G. GASSNER

MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNG PFLANZLICHER NAHRUNGS- UND GENUSSMITTEL

JENA, GUSTAV FISCHER

Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel

Von

Dr. Gustav Gassner
o. ö. Professor an der Technischen Hochschule in Braunschweig

Mit 718 Abbildungen im Text

262054
8. 12. 31

Jena
Verlag von Gustav Fischer
1931

1052

Alle Rechte vorbehalten
Printed in Germany

Vorwort.

Die vorliegende „Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel" hat eine lange Vorgeschichte. Das Buch wurde 1913 in Angriff genommen; seine Fertigstellung verzögerte sich jedoch bis in das Jahr 1931. Zunächst bedingte der Weltkrieg eine mehrjährige Unterbrechung der Vorarbeiten, dann verhinderte starke anderweitige Belastung des Verfassers immer von neuem den Abschluß des Manuskriptes. Hinzu kam, daß auch der Umfang des Buches und die Zahl der Abbildungen wesentlich größer wurden, als zunächst in Aussicht genommen war. Nach dem ursprünglichen Plan sollte es sich nur um eine Neubearbeitung der bekannten, im gleichen Verlage erschienenen „Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der vegetabilischen Nahrungs- und Genußmittel" von A. F. W. Schimper handeln. Aus triftigen Gründen kamen Verleger und Verfasser dahin überein, ein gänzlich neues Werk zu schaffen und das Buch weiter in der Richtung auszugestalten, daß es nicht nur als Einführung für Studierende, sondern auch als Handbuch für die Praxis dienen kann.

Durch das Entgegenkommen des Herrn Verlegers, dem ich auch an dieser Stelle für sein großzügiges Eingehen auf alle meine Wünsche verbindlichst danken möchte, konnte das Buch mit einer großen Zahl ausnahmslos neuer Abbildungen ausgestattet werden. Aus didaktischen Gründen sind sämtliche mikroskopischen Bilder — zum erstenmal in einem solchen Buch — im gleichen Vergrößerungsmaßstab gehalten.

Von den Abbildungen ist etwa der dritte Teil vom Verfasser selbst gezeichnet. Eine Anzahl von Samen und Früchten sind von der Malerin Fräulein Kossel dargestellt. Alle übrigen Abbildungen wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Verfasser von Fräulein Ohsenkopp, Braunschweig, ausgeführt, der ich für ihre gewissenhafte und mühevolle Tätigkeit zu besonderem Danke verpflichtet bin. In den beiden letzten Jahren unterstützten mich weiter die Assistenten des Botanischen Institutes zu Braunschweig, Herr Dr. G. Friesen und Herr Dr. F. Bothe, durch die Anfertigung mikroskopischer Präparate, zum Teil auch bei dem Entwurf der Zeichnungen und bei der Herstellung photographischer Aufnahmen, sowie später bei der Erledigung der Korrekturen. Meiner Sekretärin, Fräulein M. Petersen, danke ich für ihre Mitarbeit bei der Fertigstellung des Manuskriptes, bei der Durchsicht der Korrekturbogen und bei der Anfertigung des Sachregisters.

Schließlich ist es mir eine angenehme Pflicht, hier der Unterstützung zu gedenken, welche der Direktor des Hamburgischen Staatsinstitutes für angewandte Botanik, Herr Professor Dr. G. Bredemann und Fräulein Privatdozent Dr. I. Esdorn, Hamburg, dem Verfasser durch vielfache Zusendung von Pflanzenmaterial und Literatur, sowie in sonstiger Weise zuteil werden ließen. Ganz besonderen Dank schulde ich dem Hauptkustos an dem erwähnten Institut, Herrn Professor Dr. C. Brunner, für zahlreiche, überaus wertvolle Hinweise und für die uneigennützige Überlassung seiner reichen Erfahrungen. Eine ganze Anzahl erst neuerdings wichtig gewordener Rohstoffe sind auf seine Veranlassung in das Buch aufgenommen. Weiter ist vor allem die Bearbeitung der Senfarten auf Grund der von Herrn Professor Dr. Brunner durchgeführten Bestimmungen und an Hand des von ihm zur Verfügung gestellten Originalmateriales erfolgt.

Bei dem großen Interesse, welches das Buch bereits während seiner Entstehung bei den Fachkollegen gefunden hat, darf der Verfasser wohl der Hoffnung Ausdruck geben, daß es auch in Unterricht und Praxis den zu stellenden Anforderungen genügen wird.

Braunschweig, im Februar 1931.

G. Gassner.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Allgemeiner Teil 1

Einleitung 1

Das Mikroskop und die mikroskopischen Nebenapparate für Nahrungsmitteluntersuchungen 3

Sonstige Hilfsmittel und Reagentien zur mikroskopischen Untersuchung 5

Die Durchführung der mikroskopischen Untersuchung 8

1. Vorbemerkungen 8
2. Vorbehandlung des Untersuchungsmaterials 9
3. Die Herstellung der mikroskopischen Präparate 11
4. Die Aufhellung und Entfärbung mikroskopischer Präparate 12
5. Die Anwendung chemischer Reagentien zum Nachweis der chemischen Beschaffenheit von Zellmembranen und Zellinhaltsstoffen 13
6. Anwendung optischer Methoden bei der mikroskopischen Untersuchung 14
7. Das Messen und Zeichnen der mikroskopischen Objekte 16
8. Die Auswertung der mikroskopischen Untersuchungsbefunde und die quantitative Bestimmung von Gemischen 18

II. Die Getreidearten und ihre Mahlprodukte 21

Die Getreidearten und die Verarbeitung des Getreides in der Müllerei 21

Der Bau der Gramineenfrucht 22

Weizen und Roggen 23

Herkunft und äußerer Bau 23

Der anatomische Bau des Weizen- und Roggenkornes 24

Weizen- und Roggenmehl 28

Weizen- und Roggenkleie 29

Der Spelz und andere Triticum-Arten 30

Gerste 31

Herkunft, äußerer Bau und Verwendung 31

Der anatomische Bau des Gerstenkornes 32

Mahlprodukte der Gerste 34

Hafer 34

Mais 37

Reis 39

Herkunft und Aufbereitung der Handelsware 39

Anatomischer Bau 39

Seite

Reismehl und Reisstärke 40
Reisspelzen 41
Hirsearten 42
Mohrenhirse 42
Rispenhirse 42
Kolbenhirse 43
Eleusine 43
Buchweizen 44
Reismelde 46
Verunreinigungen des Getreides 46
Unkrautsamen 47
Taumellolch und andere Gräser 47
Windenknöterich 48
Melde 49
Kornrade 49
Ackerspörgel 51
Rittersporn 51
Ackersenf 52
Hederich 53
Pfennigkraut 54
Wicken 55
Ackerwinde 56
Wachtelweizen 57
Labkraut 58
Kornblume 59
Weitere Samen 60
Pilzliche Parasiten des Getreides 60
Mutterkorn 60
Pilzsporen 61
Schimmelpilze 63
Tierische Organismen 64
Die mikroskopische Untersuchung von Mehlen 65
Durchführung der Prüfung 65
Bestimmung von Mehlgemischen 65
Verunreinigungen des Mehles 65
Nachweis von Mineralsubstanzen 66
Brot und Backwaren 66
Durchführung der mikroskopischen Untersuchung 66
Kartoffeln und Kartoffelwalzmehl 67
Gemahlenes Stroh 68
Spelzenspreumehl 69
Holzmehl 69

III. Die stärkehaltigen Hülsenfrüchte und ihre Mahlprodukte 71
Die allgemeinen Bauverhältnisse der Leguminosensamen 71
Erbse 72
Linse 74
Bohne 76
Erbsen-, Linsen- und Bohnenmehl 77
Mondbohne 78
Echte Mungobohne 80
Adzuki-Bohne 81
Ackerbohne 82

Seite
Canavalia-Bohne 84
China-Bohne 85
Lablab-Bohne 86
Kichererbse 87
Platterbse 88
Weitere Hülsenfrüchte 89
IV. Stärke 91
Gewinnung und mikroskopische Prüfung der Handelsstärke . . . 91
Kartoffelstärke 93
Maranta-Stärke (Westindisches Arrowroot) 94
Kurkuma-Stärke (Ostindisches Arrowroot) 94
Canna-Stärke (Queensland-Arrowroot) 95
Colocasia-Stärke (Portland-Arrowroot) 95
Hydrosme-Stärke (Konjaku flour) 96
Sago-Stärke (Ostindischer Sago) 96
Manihot-Stärke (Tapioka) 97
Bataten-Stärke (Brasilianisches Arrowroot) 98
Dioscorea-Stärke (Guyana-Arrowroot) 99
Getreidestärke 99
Stärke der echten Kastanie 100
Stärke der Roßkastanie 100
Bananenstärke 101
Vergleichende Zusammenstellung der wichtigsten Stärkearten 102
V. Ölhaltige Samen und Früchte 105
Bedeutung und Verwendung ölhaltiger Samen und Früchte . . . 105
Mikroskopische Untersuchung der Ölfrüchte, sowie ihrer Preß- und Extraktionsrückstände 106
Ölhaltige Cruciferensamen und ihre Preßkuchen 107
Raps und Rübsen 107
Andere Cruciferensamen und Unkrautsamen in Raps und Rübsen . . . 109
Leindotter 109
Ackersenf 110
Hederich 110
Pfennigkraut 110
Kressesamen 111
Senfsamen 111
Indischer Raps 112
Sarson 112
Leinsamen 113
Mohn 116
Bilsenkraut 118
Bucheckern 118
Hanf 119
Sesam 121
Leguminosensamen 122
Sojabohne 122
Erdnuß 124
Kompositenfrüchte 126
Sonnenblume 126
Saflorkerne 129
Nigersaat 131

Seite

Baumwollsamen 132
Kapoksamen 135
Olive 136
Euphorbiaceensamen 138
Rizinus 138
Kandelnuß 140
Mowra 141
Palmensamen 142
Kokosnuß (Kopra) 142
Palmkerne 143
Kopra- und Palmkern-Preßkuchen 144
Samen der Elfenbeinpalmen und ihre Abfälle 145
Südamerikanisches vegetabilisches Elfenbein 145
Polynesisches vegetabilisches Elfenbein 146
Abessinisches vegetabilisches Elfenbein 146
Haselnuß 147
Walnuß 149
Paranuß 150
Mandeln und Mandelersatz 151
Mandeln 151
Pfirsich-, Aprikosen- und Pflaumenkerne als Mandelersatz 152
Kernel 154
Pistazie 156

VI. Obst und Obstprodukte 158

Apfel 158
Birne 160
Quitte 161
Pflaume und Zwetsche 161
Kirsche 162
Himbeere 162
Johannisbeere 163
Stachelbeere 165

VII. Genußmittel 166

Kaffee 166
Herkunft und Gewinnung 166
Kaffeefrucht und Kaffeesame 166
Der mikroskopische Bau der Kaffeebohne 168
Untersuchung des Kaffeepulvers 171
Kaffeesurrogate 172
Sultan- oder Sakka-Kaffee 172
Zichorienkaffee 172
Rübenkaffee 175
Getreidekaffee 176
Leguminosenkaffee 176
Lupinenkaffee 176
Erbsen- und Wickenkaffee 179
Stragelkaffee 179
Sojabohnenkaffee 180
Erdnußkaffee 180
Sudankaffee 180

Seite
Mogdad- oder Negerkaffee 180
Karobenkaffee 181
Feigenkaffee 183
Eichelkaffee 186
Birnenkaffee 188
Spargelkaffee 188
Dattelkaffee und anderer Palmenkaffee 189
Kakao 191
Herkunft und Gewinnung 191
Bau des Kakaosamens 191
Samenschale 192
Endospermrest (Silberhäutchen) 193
Keimblätter 194
Würzelchen 195
Kakaoprodukte 195
Zusätze und Verfälschungen von Kakaoprodukten 196
Kakaoschalen 196
Stärke und Mehl 197
Sonstige Zusätze 197
Kolanuß 197
Tee 199
Herkunft und Gewinnung der Handelsware 199
Bau des Teeblattes 200
Untersuchung der Handelsware 204
Tee-Ersatzmittel 204
Weidenröschenblätter 204
Weidenblätter 205
Steinsamenblätter 207
Brombeerblätter 207
Erdbeerblätter 209
Rosenblätter 211
Kirschenblätter 212
Mate 213
Tabak 214
Herkunft und Herstellung der Tabakprodukte 214
Bau des Tabakblattes 215
Untersuchung von Rauchtabak 217
Nachweis der Tabakblätter 217
Tabakstrunke 217
Brombeer-, Erdbeer-, Rosen- und Kirschenblätter 217
Buchenblätter 218
Runkelrübenblätter 218
Untersuchung des Schnupftabaks 219
Zimt 219
Gewürznelken 219
Koriander 220
Kalmus 220
Veilchenwurzel 220
Kirschblätter 220
Blüten des Steinklees 220
Blätter des Vanillewurzelkrautes 220
Untersuchung des Kautabaks 221

Seite

VIII. Gewürze (Samen und Früchte) 222

Pfeffer 222
Herkunft und Gewinnung 222
Bau der Pfefferfrucht 222
Mikroskopische Untersuchung des schwarzen Pfeffers 223
Mikroskopische Untersuchung des weißen Pfeffers 226
Pfefferpulver 226
Verfälschungen ganzer Pfefferkörner 227
Verfälschungen von Pfefferpulver 227
Pfefferschalen 227
Pfefferspindeln 227
Langer und Kubeben-Pfeffer 228
Mehl und Brot 228
Getreidespelzen und Kleie 228
Holz und Rinde 228
Preßrückstände von Ölfrüchten 228
Sumachblätter 229

Langer Pfeffer 229
Kubebenpfeffer 230
Paprika 231
Herkunft und Bau der Frucht 231
Bau der Fruchtwand 231
Bau der Samen 233
Bau des Fruchtstieles und des Kelches 235
Untersuchung des Paprikapulvers 235
Verfälschungen des Paprikapulvers 236

Cayennepfeffer 237
Senf 238
Allgemeines 238
Schwarzer oder brauner Senf (*Brassica nigra* [L.] Koch) 239
Indischer Braunsenf (*Brassica integrifolia* O. E. Schulz) 240
Sarepta-Senf (Rumänischer Braunsenf, *Brassica juncea* Coss.) 241
Chinesischer Senf (*Brassica cernua* [Thunb.] Forb. et Hemsl) 243
Weißer Senf (*Sinapis alba* L.) 244
Gardalsenf (*Sinapis dissecta* Lagasca) 245
Ackersenf (*Sinapis arvensis* L.) 246
Persischer Senf (Jamba-Raps, *Eruca sativa* Lam.) 246
Bestimmung der Senfarten und der sonstigen, in Senfsaaten vorkommenden Cruciferensamen 247
Die Untersuchung von Senfmehlen und Mostrich 247

Piment 249
Herkunft und Aussehen der Früchte 249
Bau der Fruchtwand 250
Bau der Samen 250
Nelkenpfefferpulver und seine Verfälschungen 251

Lorbeerfrucht 252
Muskatnuß und Macis 253
Muskatnuß 253
Echte Muskatnuß 253
Muskatnüsse von anderen Myristica-Arten 257
Künstliche Muskatnüsse 258
Muskatnußpulver 258

Seite
Macis 258
Echte oder Banda-Macis 258
Macis von anderen Myristica-Arten 260
Sternanis 261
Herkunft und äußerer Bau der Früchte 261
Mikroskopischer Bau des Sternanis 262
Mikroskopischer Bau der Sikimmifrüchte 265
Sternanispulver 266
Cardamomen 266
Malabar-Cardamomen 266
Aussehen der Früchte und Samen 266
Mikroskopischer Bau der Samen 267
Cardamomenpulver 270
Verfälschungen des Cardamomenpulvers 270
Andere Cardamomen-Arten 271
Vanille 272
Herkunft und Gewinnung der Handelsware 272
Bau der Fruchtwand 272
Vanillesamen 274
Nachweis von Vanille in anderen Produkten 275
Vanillon 275
Umbelliferenfrüchte 275
Allgemeines 275
Fenchel 276
Bärenfenchel 277
Kümmel 278
Giersch 279
Anis 280
Schierling 281
Koriander 282
Dill 283
IX. Gewürze (Knospen, Blüten und Blütenteile) 285
Gewürznelken 285
Herkunft und Aussehen der Handelsware 285
Mikroskopischer Bau der Gewürznelke 286
Gewürznelkenpulver 288
Nelkenstiele 288
Mutternelken 289
Kapern 290
Zimtblüten 291
Safran 293
Herkunft und Beschaffenheit der Handelsware 293
Die mikroskopische Untersuchung des Safrans und des Safranpulvers . . 293
Verfälschungen des Safrans 295
Safrangriffel 295
Saflorblüten 295
Blüten der Eselsdistel 297
Blüten der Ringelblume 298
Weitere Safranverfälschungen 299
X. Gewürze (Vegetative Pflanzenteile) 300
Ingwer 300
Kurkuma 303

Seite

Zittwer 304
Galgant 305
Kalmus 307
Zimt 308
Die verschiedenen Zimtarten des Handels 308
Die allgemeinen Bauverhältnisse der Zimtrinde 308
Chinesischer Zimt 309
Ceylon-Zimt 314
Untersuchung von Zimtpulver 316
Verfälschungen des Zimtpulvers 318
Schnittlauch 319
Petersilie 320
Lorbeerblätter 320
Majoran und seine Verfälschungen 321
Majoran 321
Majoranverfälschungen 322
Cornus sanguinea L. 322
Coriaria myrtifolia L. 322
Cistus 323
Althaea officinalis L. 324
Weitere Majoranverfälschungen 325
Kretischer Dost 325
Bohnenkraut 326
Thymian 327
Salbei 328
Beifuß 329
Wermut 329
Estragon 330

XI. Speisepilze 331

Trüffelpilze 331
Morcheln und Lorcheln 334
Champignon 335
Pfifferling 336
Milchpilze und Täublinge 336
Steinpilze 337
Getrocknete Pilze 339
Pilzpulver 339

XII. Honig 340

Durchführung der Untersuchung 340
Beschreibung der wichtigsten, im Honig vorkommenden Pollenkörner . . 341
Die Beurteilung des Honigs auf Grund der mikroskopischen Untersuchung 346

Register 347

I. Allgemeiner Teil.

Einleitung.

Das vorliegende Buch soll zunächst dem angehenden Nahrungsmittelchemiker während des Studiums als Leitfaden dienen und ihn befähigen, mikroskopische Prüfungen der wichtigsten, aus dem Pflanzenreiche stammenden Nahrungs- und Genußmittel vorzunehmen. Selbstverständlich kann es nicht Aufgabe eines solchen Buches sein, grundlegende botanische Kenntnisse zu vermitteln oder als erste Einführung in den Gebrauch des Mikroskopes überhaupt zu dienen. Die Grundzüge der Botanik müssen vielmehr als bekannt vorausgesetzt werden, ebenso wie auch die Teilnahme an einem botanisch-mikroskopischen Anfängerpraktikum mit dem Gebrauch des Mikroskops und den allgemeinen Bauverhältnissen der Pflanze vertraut gemacht haben muß. Sollten in dieser Hinsicht Lücken bestehen, so empfiehlt es sich dringend, sie vor der Inangriffnahme der im folgenden behandelten speziellen Untersuchungen über den mikroskopischen Bau pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel auszufüllen und hierzu auf die bekannten botanischen Lehrbücher[1]) und Einführungen in den Gebrauch des Mikroskopes[2]) zurückzugreifen.

Im übrigen ist das vorliegende Buch nicht nur für den Anfänger bestimmt, sondern soll gleichzeitig und vor allem auch dem in der Praxis stehenden Nahrungsmittelchemiker und den sonstigen Untersuchungsstellen, die sich mit der mikroskopischen Prüfung von pflanzlichen Rohstoffen, insbesondere auch mit der Futtermittelkontrolle befassen, ein brauchbares Hilfsmittel sein. Da dem Praktiker ebenso wie dem Anfänger vor allem an zahlreichen und guten Abbildungen gelegen ist, wurde auf die Ausstattung der Anleitung mit solchen Abbildungen erhöhter Wert gelegt. Sämtliche wiedergegebenen Zeichnungen und Photographien sind neu; bei der Auswahl der dargestellten Objekte sind naturgemäß die Bedürfnisse der Praxis besonders berücksichtigt.

Für die mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Stoffe sind nicht nur Kenntnis von Art und Form der Zellen und Zellbestandteile, sondern vor allem auch die Vertrautheit mit den Größenverhältnissen derselben von Wichtigkeit. Die im allgemeinen übliche zahlenmäßige

1) Giesenhagen, K., Lehrbuch der Botanik. 10. Aufl. Berlin 1928. — Gilg, E., Grundzüge der Botanik für Pharmazeuten. 6. Aufl. Berlin 1921. — Miehe, H., Taschenbuch der Botanik. 4. Aufl. Leipzig 1927. — Schneider, C. K., Illustriertes Handwörterbuch der Botanik. 2. Aufl. Leipzig 1917. — Strasburger, Noll, Schenck, Schimper, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 17. Aufl. Jena 1928.

2) Hager-Tobler, Das Mikroskop und seine Anwendung. 13. Aufl. Berlin 1925. — Meyer, A., Erstes mikroskopisches Praktikum. 3. Aufl. Jena 1915. — Strasburger, E., Kleines botanisches Praktikum für Anfänger, bearb. v. Koernicke. Jena 1913. — Strasburger-Koernicke, Das botanische Praktikum. 7. Aufl. Jena 1923.

Wiedergabe der Größenverhältnisse ist in diesem Buche natürlich ebenfalls mit zur Anwendung gekommen. Da die Erfahrungen im Unterricht und in der Praxis aber immer wieder zeigen, daß die rein zahlenmäßigen Angaben der Größenverhältnisse eine wirkliche Vorstellung der untersuchten Objekte nicht gestatten, wurde für sämtliche Abbildungen ein einheitlicher Maßstab von 200:1 gewählt. Die Betrachtung der Abbildungen ermöglicht daher ohne weiteres einen unmittelbaren Vergleich und damit eine richtige Vorstellung von den Größenverhältnissen. Durch die Wahl eines einheitlichen Vergrößerungsmaßstabes in der bildlichen Wiedergabe der mikroskopischen Präparate ergeben sich zwar gewisse Schwierigkeiten, indem sich verschiedene Objekte auffallend klein, andere dagegen besonders groß darstellen; dieser Nachteil wird aber reichlich dadurch aufgewogen, daß jegliche Verwirrung durch Abbildungen verschiedenen Vergrößerungsmaßstabes fortfällt. Bei der in der Untersuchungspraxis besonders häufigen Prüfung von Gemischen, die aus verschiedenen pflanzlichen Ausgangsstoffen zusammengesetzt sind, machen sich Einzeldarstellungen dieser Stoffe in ungleichem Maßstabe deshalb so störend bemerkbar, weil sie unwillkürlich zu falschen Vorstellungen über die Größenverhältnisse der einzelnen Komponenten führen, die dann erst durch umständliche Nachmessungen richtiggestellt werden müssen. Daher kann das unter allen Umständen erstrebenswerte Ziel, nicht nur die Kenntnis von Form und Art, sondern auch von den Größenverhältnissen der einzelnen Objekte zu übermitteln, nicht durch Abbildungen verschiedenen Maßstabes und die Zahlenangabe der Größenmaße, sondern nur durch die Wiedergabe von Abbildungen genau gleichen Maßstabes erreicht werden. Das gewählte 200fache Vergrößerungsverhältnis gestattet noch eine Erkennung aller Einzelheiten auch bei kleinzelligen Objekten, andererseits auch noch die Darstellung der größten Zellen in dem gleichen Maßstabe. Da die Wiedergabe aller Abbildungen mit Ausnahme einiger schematischer Übersichtsbilder stets in dem Maßstabe 200:1 erfolgte, konnte weiter vielfach auf die zahlenmäßige Angabe der Größenverhältnisse verzichtet werden, da diese sich aus jeder Abbildung durch eine einfache Umrechnung ohne weiteres feststellen lassen.

Um das vorliegende Buch nicht zu umfangreich zu gestalten, wurde von der Beschreibung einer Anzahl weniger wichtiger Rohstoffe Abstand genommen; dafür konnten die wirklich wichtigen Objekte in der erforderlichen ausführlichen Form gebracht werden. Auf die Anführung von Literaturangaben wurde verzichtet; sie hätte den Umfang des Buches unverhältnismäßig belastet und konnte auch deshalb hier unterbleiben, weil die Darstellung des Stoffes ausschließlich auf Grund eigener Untersuchungen erfolgte, und das gesamte Abbildungsmaterial neu geschaffen wurde. Für Spezialstudien und die etwaige Prüfung seltener, hier nicht im einzelnen behandelter Rohstoffe sei auf die folgende Literaturzusammenstellung verwiesen, in welche auch die sonstigen Lehrbücher der mikroskopischen Untersuchung der pflanzlichen Nahrungs- und Genußmittel aufgenommen sind.

1. Barnstein, F., Anleitung zur mikroskopischen Prüfung und zur Begutachtung der Kraftfuttermittel. Berlin 1920.
2. Hager-Tobler, Das Mikroskop und seine Anwendung. 13. Aufl. Berlin 1925.
3. Hanausek, T. F., Die Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche. (Allgemeine Warenkunde und Rohstofflehre, Bd. 5.) Kassel 1884.
4. — Lehrbuch der technischen Mikroskopie. Stuttgart 1901.
5. Hartwich, C., Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung von Beythien, Hartwich und Klimmer, Bd. 2, Botanisch-mikroskopischer Teil. Leipzig 1915.
6. Kinzel, W., Mikroskopische Futtermittelkontrolle. Stuttgart 1918.

7. Koch, L., Die mikroskopische Analyse der Drogenpulver. Leipzig 1901.
8. König, J., Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. 3. Aufl. Berlin 1906.
9. Meyer, A., Die Grundlagen und die Methoden für die mikroskopische Untersuchung von Pflanzenpulvern. Jena 1901.
10. Moeller-Griebel, Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreiche. 3. Aufl. Berlin 1928.
11. Molisch, H., Mikrochemie der Pflanze. 2. Aufl. Jena 1921.
12. Rosen, F., Anatomische Wandtafeln der vegetabilischen Nahrungs- und Genußmittel (mit Text). Breslau 1904.
13. Schimper, A. F. W., Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel. 2. Aufl. Jena 1900.
14. Tschirch, A., Handbuch der Pharmakognosie. (3 Bde.) Leipzig 1909—1925.
15. — und Oesterle, Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde. Leipzig 1900.
16. Tunmann, O., Pflanzenmikrochemie. Ein Hilfsbuch beim mikroskopischen Studium pflanzlicher Objekte. Berlin 1913.
17. Vogl, A., Die wichtigsten vegetabilischen Nahrungs- und Genußmittel, mit besonderer Berücksichtigung der mikroskopischen Untersuchung auf ihre Echtheit, ihre Verunreinigungen und Verfälschungen. Berlin und Wien 1899.
18. Wiesner, J., Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. 3. Aufl. Leipzig und Berlin 1914. Leipzig 1918 und 1921.

Das Mikroskop und die mikroskopischen Nebenapparate für Nahrungsmitteluntersuchungen.

Die mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel erfolgt bei Vergrößerungen, die im allgemeinen zwischen 50- und 300fach linear liegen und über 500fach nicht hinausgehen; noch stärkere Vergrößerungen kommen, abgesehen von bakteriologischen Untersuchungen, die in diesem Buche nicht berücksichtigt sind, kaum in Betracht. Für die im folgenden behandelten Aufgaben genügen daher Mikroskope verhältnismäßig einfachen Baues und ebensolcher Optik.

Als Stativ wähle man ein solches mittlerer Größe, das einen genügend großen Objekttisch aufweist und Bewegung des Tubus mittels Triebeinstellung, also grobe Einstellung durch Zahn und Trieb, feine Einstellung durch Mikrometerschraube gestattet. Mikroskope, bei denen das Einstellen der Objekte ohne Trieb, also durch einfaches Auf- und Abschieben des Tubus in der Tubushülse erfolgt, sind, auch wenn eine Feineinstellung mittels Mikrometerschraube vorhanden ist, für Nahrungsmitteluntersuchungen nicht geeignet. Die Anschaffung eines mittleren und nicht zu kleinen Stativs ist außerdem auch im Hinblick auf die Möglichkeit der Verwendung eines beweglichen Objekttisches und einiger anderer mikroskopischer Nebenapparate, insbesondere des Polarisationsapparates, wünschenswert.

Die Anschaffung eines beweglichen Objekttisches erleichtert das Arbeiten sehr, weil die genaue Einstellung der näher zu untersuchenden Stellen in die Mitte des Gesichtsfeldes sich so einfacher und sicherer bewerkstelligen läßt. Am meisten geeignet und dabei sehr preiswert ist ein runder Objekttisch, der durch zwei kleine seitliche Schrauben beliebig hin- und hergeschoben werden kann. Wesentlich teuerer und auch in der Anwendung umständlicher ist der sog. Kreuztisch, bei dem der Objektträger mittels Triebschrauben nach zwei zueinander senkrechten Richtungen bewegt wird. Man wird im allgemeinen ohne einen solchen auskommen, wenngleich nicht zu verkennen ist, daß sein Gebrauch die systematische Durchmusterung und Auszählung der Bestandteile eines Präparates sicherer gestaltet.

Die Beleuchtungseinrichtung des Mikroskopes kann im Hinblick darauf, daß nur schwache und mittlere Vergrößerungen in Frage kommen, einfach gehalten werden; es genügt der Gebrauch des unter jedem Mikroskop angebrachten Spiegels, dessen konkave Seite benutzt wird, um das Licht in der Öffnung des Objekttisches zu konzentrieren. Auf besondere Beleuchtungsapparate, insbesondere den teuren Abbeschen Kondensor, kann verzichtet werden.

Für die Abblendung und Regulierung der Lichtstärke wird zweckmäßig und wenn irgend möglich die Irisblende gewählt. Bei der praktischen Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel müssen schnell abwechselnd schwache und starke Vergrößerungen angewandt werden, die jedesmal auch eine entsprechende Einstellung der Lichtstärke erforderlich machen, ebenso wie auch die Beleuchtungsintensität bei hellen und dunklen Fragmenten des gleichen Präparates verschieden gewählt werden muß. Zu einer schnellen Regulierung der Lichtstärke eignen sich die gewöhnlichen Einsteckblenden nicht, während die Irisblende gestattet, die Beleuchtungsintensität mit dem jeweiligen Vergrößerungsmaßstab und dem Charakter des Präparates schnellstens in Einklang zu bringen.

Für die optische Ausrüstung des Mikroskopes genügen die gewöhnlichen Achromate als Objektive und dazu Huygenssche Okulare; bei der Auswahl der Objektive und Okulare ist zu berücksichtigen, daß damit Vergrößerungen zwischen 50- und 500fach erzielt werden sollen, und daß meist mit linearen Vergrößerungen zwischen 50 und 300 gearbeitet wird. Wünschenswert sind 3 verschiedene Objektive, die bei Kombination mit zwei verschiedenen Okularen, die zweckmäßig nicht zu stark gewählt werden, 6 verschiedene Vergrößerungen gestatten, die sich außerdem noch durch Verschiebung des Mikroskoptubus weiter variieren lassen. Außer den gewöhnlichen Okularen ist weiter ein Meßokular erforderlich, über dessen Bau und Gebrauch später das Erforderliche gesagt werden wird.

Sehr wichtig und unbedingt notwendig ist ein am unteren Ende des Tubus angebrachter 3facher Objektivrevolver, der gestattet, die an ihm befindlichen Objektive durch einfache Drehung gegeneinander auszuwechseln und so den Vergrößerungsmaßstab schnell zu verändern. Bei der in der Praxis meist vorkommenden Prüfung von zerkleinerten Gemischen muß während der Untersuchung dauernd zwischen einer schwachen Vergrößerung, die den Vorteil des größeren Gesichtsfeldes bietet, und stärkeren Vergrößerungen, welche das Erkennen der Einzelheiten gestatten, gewechselt werden. Das ist ohne Objektivrevolver kaum möglich; der Gebrauch des Mikroskopes würde sich viel zu langwierig gestalten, wenn die Objektive dauernd aus- und eingeschraubt werden müßten.

Zu den nicht unbedingt notwendigen mikroskopischen Nebenapparaten, deren Vorhandensein aber das Arbeiten erleichtert und sicherer macht, gehören Polarisationseinrichtung und Zeichenapparat. Die Polarisationseinrichtung besteht aus einem unter dem Objekttisch angebrachten Polarisator und dem meist auf das Okular aufsetzbaren Analysator. Bei gekreuzten Nicols leuchten etwaige im mikroskopischen Präparat vorhandene polarisierende Körper in charakteristischer Weise auf. Besondere Bedeutung hat die Untersuchung im polarisierten Licht für den Nachweis von Kristallen, Faserzellen und Stärkekörnern.

Die Anwendung des Zeichenapparates gestattet die form- und größenrichtige Wiedergabe der Objekte und erleichtert vor allem bei komplizierten mikroskopischen Bildern die oft notwendige zeichnerische Darstellung; auch läßt sich der Zeichenapparat, wie im nächsten Abschnitt gezeigt

wird, ohne weiteres zum Messen der Größenverhältnisse der gezeichneten Objekte verwenden. Sehr einfach gebaut, aber durchaus brauchbar sind die sog. Zeichenokulare und die Zeichenprismen, die an Stelle eines gewöhnlichen Okulars verwendet bzw. einem gewöhnlichen Okular aufgesetzt werden. Wesentlich vollkommener ist der Abbesche Zeichenapparat. Das Prinzip aller Zeichenapparate, sowohl der einfachen als auch der komplizierten, besteht darin, daß das mikroskopierende Auge gleichzeitig das durch das Okular kommende mikroskopische Bild und das Bild der Zeichenfläche empfängt, indem das letztere durch geeignete Anordnung von Prismen unmittelbar über dem Okular, gegebenenfalls unter Zuhilfenahme von Spiegeln, in das Auge projiziert wird und sich hier mit dem mikroskopischen Bilde vereinigt. Durch das Vorsetzen von Rauchscheiben und Blenden muß dafür gesorgt werden, daß das mikroskopische Bild und die Zeichenfläche annähernd gleich hell erscheinen.

Mit Zeichenokular bzw. Zeichenapparat ist die Reihe der für die mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel erforderlichen oder empfehlenswerten mikroskopischen Nebenapparate erschöpft. Weitere Einrichtungen, wie Dunkelfeldbeleuchtung und mikrophotographische Apparatur, sind sowohl für Studienzwecke wie für die praktische Untersuchung unnötig.

Sonstige Hilfsmittel und Reagentien zur mikroskopischen Untersuchung.

Zur Durchführung der mikroskopischen Untersuchung sind außer dem Mikroskop und seinen Nebenapparaten weiter erforderlich:

Rasiermesser, nach Möglichkeit ein derbes, keilförmiges für gröbere Objekte und ein feineres mit beiderseitigem Hohlschliff für zarte Schnitte. Die Verwendung besonderer Schnittapparate oder Mikrotome ist für die Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel unzweckmäßig.
Streichriemen, zum Schleifen der Rasiermesser,
Skalpell und Spatel,
Präpariernadeln,
Pinzetten,
kleine Schere,
Objektträger; für praktische Untersuchungen empfehlen sich solche mit einer mattierten Endfläche zur bequemen Vornahme von Bleistiftnotizen.
Deckgläschen, gewöhnliche 18×18 mm, außerdem größere für Pulveruntersuchungen.

Dringend wünschenswert ist weiter das Vorhandensein einer guten Lupe, um Pulverproben vor der eigentlichen mikroskopischen Prüfung durchmustern und verdächtige oder für die Untersuchung besonders geeignet erscheinende Teilchen heraussuchen zu können. Noch geeigneter als die gewöhnlichen Lupen sind solche, die an einem Stativ befestigt sind, weil so die Hände zum Präparieren frei bleiben. Am besten, aber auch am kostspieligsten sind binokulare Fernrohrlupen, die ein plastisches Sehen gestatten und trotz starker Vergrößerungen einen reichlichen Spielraum zwischen Objekt und den Frontlinsen des Lupensystems frei lassen. Neuerdings werden von der Firma Busch Lupenbrillen in den Handel gebracht, die im Gebrauch sehr praktisch und dabei recht preiswert sind.

Außer den vorstehend erwähnten Hilfsmitteln müssen für die mikroskopische Prüfung pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel weiter die er-

forderlichen und in der folgenden Zusammenstellung enthaltenen Reagentien vorrätig gehalten werden.

Verzeichnis der wichtigsten Reagentien für Nahrungsmitteluntersuchungen.

Art und Zusammensetzung	Verwendung
Aether	Entfettungsmittel für Schnitte
Alkannin Alkannatinktur 50 Wasser 50 Vor Gebrauch zu filtrieren	Nachweis von Fetten, Ölen, Harzen
Alkohol, abs.	Zur Entfernung von Luftblasen in Präparaten Zur Verhinderung von Quellung, Verschleimung und Auflösung von Membranen, Zellinhaltsstoffen und Zuckerkristallen
Ammoniak triplex	Aufhellungs- und Bleichungsmittel
Anilinsulfat Gesättigte wässerige Lösung von schwefelsaurem Anilin 100 Schwefelsäure konz. 1	Nachweis verholzter Membranen
Chloralhydrat Chloralhydrat 80 Wasser 50	Aufhellungsmittel Löst Stärke
Chloraljod Chloralhydrat 50 Wasser 20 Jod 0,5	Nachweis kleinster Stärkekörner
Chlorzinkjod Chlorzink 50 Jodkali 16 Jod 3 Wasser 20	Nachweis von Zellulose
Chromsäure Chromsäure 20 Wasser 20	Nachweis verkorkter Membranen
Eisenchloridlösung Eisenchlorid 10 Wasser 100	Nachweis von Gerbstoffen
Glyzerin Glyzerin 75 Wasser 24 Karbolsäure konz. 1	Aufhellungsmittel Einschlußmittel für Dauerpräparate
Glyzeringelatine Gelatine 8 Wasser 48 } 2 Stunden quellen Dazu Glyzerin 56 Karbolsäure konz. 1 Erwärmen bis zur Lösung der Flocken, heiß filtrieren durch reine Glaswolle	Herstellung von Dauerpräparaten

Art und Zusammensetzung	Verwendung
Glyzerin, rein	Zur Verhinderung von Quellung und Verschleimung von Membranen und Zellinhaltsstoffen Zur Verhinderung der Auflösung von Zuckerkristallen
Javellesche Lauge (Eau de Javelle) Natriumhypochloritlösung	Aufhellungs- und Bleichungsmittel
Jodjodkalium Wasser 100 Jodkali 2 Jod 1	Stärkenachweis Eiweißnachweis
Jodlösung, alkoholisch 50proz. Alkohol 100 Tinct. Jodi 3	Eiweißnachweis Stärkenachweis in fettreichen Zellen
Jodwasser Fein zerriebenes Jod längere Zeit mit Wasser geschüttelt	Stärkenachweis
Kalilauge Kal. caustic. 20—50 Wasser 100	Starkes Aufhellungsmittel Lösungsmittel für Stärke und Eiweiß Verseifungsmittel für Fette
Natriumsalizylat Natriumsalizylat 50 Wasser 50	Aufhellungsmittel Löst Stärke
Natronlauge Wie Kalilauge	Wie Kalilauge
Nelkenöl	Nachweis lufthaltiger Hohlräume Aufhellungsmittel
Phlorogluzin Phlorogluzin 2—5 Alkohol (96 %) 100 Auf dem Objektträger Salzsäure zugeben	Nachweis verholzter Membranen
Safraninlösung Safranin (Grübler) 0,1 Alkohol (96 %) 50 Wasser 50	Färbung zu heller Präparate
Salzsäure	Lösungsmittel (außerdem siehe Phlorogluzin)
Schulzesches Mazerationsgemisch Chlorsaures Kali bis zur Bedeckung mit Salpetersäure übergiessen (Vorsicht!)	Mazeration ganzer Gewebe
Schwefelsäure, konz.	Nachweis von Kork
Sudanglyzerin Sudan III in Alkohol (96 %) heiß bis Sättigung gelöst; filtriert; dazu gleiches Volumen Glyzerin	Nachweis von verkorkten Membranen und von Fetten
Tusche Chinesische Tusche, nach Bedarf mit dest. Wasser verdünnt	Nachweis von Schleim
Wasserstoffsuperoxyd (Perhydrol)	Aufhellungs- und Bleichungsmittel

Die Durchführung der mikroskopischen Untersuchung.

1. Vorbemerkungen.

Die richtige mikroskopische Diagnose pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel erfordert nicht nur eine ausreichende Übung in der allgemeinen mikroskopischen Technik, sondern vor allem eine genaue Kenntnis der anatomischen Bauverhältnisse aller in Frage kommenden pflanzlichen Ausgangsmaterialien. Diese Kenntnis läßt sich nur dadurch erwerben, daß die pflanzlichen Rohstoffe der Reihe nach sorgfältig durchmikroskopiert werden, wobei jedesmal zunächst die unzerkleinerten Pflanzenteile in der üblichen Weise an Quer- und Längsschnitten untersucht werden. Die Querschnittsbilder orientieren über die allgemeine Anordnung der Gewebe und der einzelnen Zellelemente; Längsschnitte zeigen in höherem Maße das Bild, welches zerkleinerte Pflanzenteile im Mikroskop aufweisen. Infolge der Längsstreckung der Zellelemente erfolgt die Zertrümmerung der Gewebe bei der Herstellung pulverförmiger Stoffe zunächst vor allem parallel der Längsrichtung der Pflanzenteile, zumal gerade die mechanischen Zellelemente, wie z. B. Bastfasern, in dieser Richtung besonders zusammenhängen.

Erst nachdem die Untersuchungen der unzerkleinerten Rohstoffe auf Quer- und Längsschnitten mit dem Bau derselben vertraut gemacht haben, kann an die Prüfung von pulverförmigen Substanzen gegangen werden, die im Hinblick auf die Möglichkeit von Verfälschungen oder Verunreinigungen zweckmäßig nicht aus dem Handel bezogen, sondern selbst hergestellt werden. Nachdem die charakteristischen Bestandteile hier wiedergefunden sind, gehe man daran, in ebenfalls selbst hergestellten Verfälschungen fremde Bestandteile nachzuweisen. Daran erst kann sich die praktische Untersuchung käuflicher Handelsware schließen, die eine genaue Kenntnis nicht nur der angeblichen oder wirklichen Rohstoffe, sondern aller Stoffe verlangt, welche in irgendeiner Weise als beabsichtigte oder auch zufällige Beimengungen in Frage kommen.

Die Untersuchung pulverförmiger Stoffe stellt die schwierigste, aber in der Praxis am meisten vorkommende Aufgabe dar. Der Nachweis fremder Beimengungen in einer pulverförmigen Handelsware erfolgt nach einer einwandfreien Probeentnahme und Vorprüfung bei Lupenvergrößerung durch Anfertigung einer größeren Anzahl mikroskopischer Präparate, die aus den verschiedensten Stellen der Probe hergestellt werden müssen, um einen Überblick über die durchschnittliche Zusammensetzung der Probe zu erhalten. Die mikroskopische Durchmusterung der Präparate muß so durchgeführt werden, daß alle verdächtigen Bildelemente erfaßt werden können. Das ist nur in der Weise möglich, daß die Präparate zunächst bei schwacher Vergrößerung betrachtet werden, da nur eine solche Vergrößerung einen genügenden Überblick über größere Teile des Präparates gestattet; liegen bei schwacher Vergrößerung verdächtige oder unbekannte Elemente vor, so sind diese bei starker Vergrößerung näher zu prüfen. Nach Klärung dieser Stelle ist dann zunächst wieder mit schwacher Vergrößerung weiterzusuchen. Die ausschließliche Anwendung starker Vergrößerungen ist falsch, weil sie die Gefahr in sich birgt, fremde Beimischungen zu übersehen.

Auch der geübte Mikroskopiker wird in vielen Fällen im Zweifel sein, ob die von ihm gefundenen Elemente genau dem Bilde entsprechen, das er

von einem bestimmten pflanzlichen Rohstoff her kennt; hier hilft dann nur der unmittelbare mikroskopische Vergleich mit Präparaten, die aus nachweislich eindeutigem Ausgangsmaterial hergestellt sind. Zur Durchführung der mikroskopischen Nahrungsmittelkontrolle gehört also unter allen Umständen eine Sammlung von Standardmustern der wichtigsten pflanzlichen Rohstoffe, also sowohl der Nahrungs- und Genußmittel selbst wie auch der für die Verfälschung in Frage kommenden Stoffe. In vielen Fällen wird auch eine Sammlung von mikroskopischen Dauerpräparaten gute Dienste leisten, bei deren Gebrauch allerdings berücksichtigt werden muß, daß die Einbettung und Betrachtung der Objekte in dem Einschlußmedium des Dauerpräparates das mikroskopische Bild gegenüber frischen Präparaten in Wasser oder den üblichen Reagentien zu verändern vermag. Man wird also ohne eine Rohstoffsammlung, aus welcher jederzeit frische Präparate hergestellt werden können, nicht auskommen.

2. Vorbehandlung des Untersuchungsmaterials.

Die Vorbehandlung des Untersuchungsmaterials ist verschieden, je nachdem es sich um ganze Pflanzenteile, aus denen sich mit dem Rasiermesser Schnitte herstellen lassen, oder um die Prüfung von Pflanzenpulvern handelt.

Größere Objekte lassen oft ohne jede Vorbehandlung die Anfertigung der erforderlichen Schnitte zu. In vielen Fällen ist das Material jedoch so trocken, daß die Schnitte beim Schneiden zerbröckeln, oder daß sich genügend dünne Schnitte nicht ohne weiteres gewinnen lassen. Dann muß das Material durch kürzeres oder längeres Einlegen in Wasser aufgeweicht und vorgequollen werden; heißes Wasser beschleunigt diesen Prozeß, ist jedoch deshalb nicht ratsam, weil viele Zellinhaltsstoffe, vor allem Stärke, dadurch verändert werden. Allgemeine Angaben über die günstigste Vorquelldauer lassen sich nicht machen; eine zu weit getriebene Erweichung erschwert ebenfalls wieder die Anfertigung der Schnitte. Man tut daher gut, die Objekte nur soweit als erforderlich anzuquellen und sie in ein Gemisch gleicher Teile Alkohol und Glyzerin zu übertragen, aus dem sie dann jederzeit zur Untersuchung entnommen werden können. Sehr weiche Gewebe lassen sich durch Einlegen in hochprozentigen Alkohol härten.

Zuweilen sind trotz Vorquellung gute Schnitte nicht zu erzielen, weil die Objekte zu hart oder die Membranen zu stark verkieselt sind; auch kommt es bei kompliziert gebauten Gewebekörpern vor, daß Schnitte über Ausdehnung und Form der Zellen überhaupt keine einwandfreie Vorstellung abgeben. In diesen Fällen empfiehlt sich die Mazeration, wodurch die Mittellamellen der Zellwände gelöst werden, so daß die Gewebe in die einzelnen Zellelemente zerfallen. Zur Mazeration werden kleine Stückchen in ein Reagenzglas gebracht und hier im Schulzeschen Mazerationsgemisch gekocht (S. 7), bis sie zerfallen. Der Inhalt des Reagenzglases wird dann in eine Schale mit Wasser ausgegossen und die Stücke herausgefischt; nach Zerzupfen sind dieselben ohne weiteres zur mikroskopischen Untersuchung geeignet. Das Kochen des Mazerationsgemisches darf infolge der Bildung schädlicher Dämpfe nur im Abzug, auf keinen Fall in Räumen erfolgen, in denen Mikroskope und andere empfindliche Instrumente stehen.

Die Anfertigung von Schnitten kann auch bei der Untersuchung von Pflanzenpulvern notwendig sein, wenn dieselben grobe Partikel enthalten, welche sich nicht unmittelbar mikroskopieren lassen. Meist wird man aber damit auskommen, etwaige größere Bestandteile im Mörser

so weit zu zerkleinern, daß sie der mikroskopischen Prüfung unmittelbar zugänglich werden. Ergibt die Vorprüfung des Pflanzenpulvers bei Lupenvergrößerung nur das Vorhandensein vereinzelter gröberer Teile, so empfiehlt es sich, diese mit der Pinzette herauszusuchen, für sich zu zerkleinern und getrennt von den aus feineren Teilchen bestehenden sonstigen Bestandteilen zu untersuchen.

Feinere Pulver lassen sich ohne weitere Zerkleinerung mikroskopisch prüfen; oft ist ihre Beschaffenheit durch völlige Zertrümmerung der Gewebe und Zellen allerdings sogar so fein, daß die mikroskopische Erkennung der Bestandteile sehr erschwert wird.

Bei der Prüfung pulverförmiger Substanzen sind nicht alle im Mikroskop sichtbaren Fragmente in gleicher Weise diagnostisch wichtig; im Gegenteil, meist sind gerade die für die Bestimmung in Frage kommenden Leitelemente nur in prozentual geringer Menge vorhanden, so daß sich vielfach eine Vorbehandlung des Untersuchungsmateriales empfiehlt, welche die Anreicherung der diagnostisch wichtigen Elemente, gegebenenfalls auch die Beseitigung störender Bestandteile zum Ziele hat.

Abb. 1. Sedimentiergefäß zur Anreicherung und Trennung mikroskopischer Objekte.

Bei der Sedimentierungsmethode wird die verschiedene Schwebefähigkeit der einzelnen Bestandteile eines Pulvers in Wasser oder anderen Flüssigkeiten dazu benutzt, schwere und größere Teilchen von kleineren und leichteren zu trennen. Ein geeignetes Sedimentiergefäß ist in Abb. 1 dargestellt; es ist dadurch ausgezeichnet, daß das Sedimentierrohr mittels eines aufgeschliffenen Stopfens kleinen becherförmigen Gefäßen aufsitzt, in welchen sich die einzelnen Bestandteile aus der in das Sedimentierrohr eingefüllten Aufschwemmung der zu untersuchenden Substanz allmählich absetzen; nach Entfernen des oberen Rohres können die sedimentierten Teile aus den unteren Behälterchen in der Reihenfolge der Sedimentierung zur mikroskopischen Untersuchung entnommen werden. Es gelingt so leicht, aus wässerigen Honiglösungen die im Honig vorhandenen Pollenkörner im untersten Teil des Sedimentierapparates anzureichern. In Stärkeaufschwemmungen setzen sich die größeren Stärkekörner zuerst ab; ebenso finden sich große Kalziumoxalatkristalle, derbe Steinzellen, Holzbestandteile im unteren Bodensatz angereichert vor. Die Trennung von Mineralsubstanzen gelingt leicht durch Schütteln kleiner Proben in Chloroform oder in spezifisch schweren Salzlösungen, in denen sich die anorganischen Beimischungen getrennt von den sonstigen Bestandteilen absetzen.

Die Bodensatzprobe stellt ebenfalls eine Sedimentierungsmethode dar; sie wird vor allem bei stärkereichen Pulvern angewendet, bei denen es darauf ankommt, die in dem Stärkemehl noch vorhandenen Zellen und Gewebestücke anzureichern und leichter aufzufinden. Durch Kochen in verdünnter Salzsäure wird die bei der Untersuchung sonst störende Stärke gelöst, während sich die Gewebefragmente nach dem Erkalten am Boden absetzen. Die praktische Durchführung der Bodensatzprobe erfolgt zweckmäßig so, daß 2—5 g Mehl in 100 ccm Wasser, dem 2—5 ccm konzentrierte Salzsäure zugefügt sind, verrieben und 5—10 Minuten in einer Porzellanschale

gekocht werden; nach dem Erkalten wird die über dem Bodensatz stehende Flüssigkeit vorsichtig abgegossen und der Bodensatz mittels Pipette zur mikroskopischen Untersuchung auf den Objektträger übertragen.

Auch die Schaumprobe ermöglicht eine allerdings unvollkommene Anreicherung und Trennung der Gewebefragmente von der Stärke. Der Schaumprobe liegt die Beobachtung zugrunde, daß lufthaltige Gewebestücke und Zellen beim Erwärmen in Wasser durch die in ihnen enthaltene oder durch die anhaftende Luft hochgerissen werden, während andere Bestandteile, vor allem Stärkekörner, in der Lösung bleiben. Wird eine Mehlprobe in Wasser verrührt und bis zum Eintritt des Kochens erwärmt, so enthält der auf der Flüssigkeit sich bildende Schaum die im Mehl vorhandenen Schalenstücke, Haare und die festen Zellelemente fremder Beimischungen.

Zu den Stoffen, welche die Übersichtlichkeit mikroskopischer Präparate stark beeinträchtigen können, gehört, wie eben schon erwähnt, vor allem die Stärke. Bei der bereits besprochenen Bodensatzprobe wird die Stärke durch Kochen in verdünnter Salzsäure beseitigt; im übrigen aber ist eine besondere Vorbehandlung des Untersuchungsmaterials zur Auflösung von Stärke nicht nötig, da dieselbe in Chloralhydrat-, Natriumsalizylat- und Laugepräparaten von selbst verschwindet, vor allem wenn die Präparate erwärmt werden. Anders steht es mit der Beseitigung von Fetten und Ölen; hier wird es oft notwendig sein, das Ausgangsmaterial vor der Anfertigung mikroskopischer Präparate mit Äther zu behandeln, um es von Öl und Fett zu befreien.

Eine längere Vorbehandlung erfordern weiter diejenigen Pflanzenstoffe, deren Membranen oder Zellinhalt durch Rösten oder in anderer Weise so dunkel gefärbt sind, daß sie bei der mikroskopischen Untersuchung keine Einzelheiten mehr erkennen lassen. Solches Untersuchungsmaterial muß vor der mikroskopischen Prüfung durch mehrtägiges Einlegen in aufhellende und entfärbende Flüssigkeiten, gegebenenfalls unter mehrfacher Erneuerung derselben, gebleicht werden. Als Entfärbungs- und Aufhellungsmedien kommen in erster Linie Wasserstoffsuperoxyd, Chloralhydrat, Ammoniak triplex und Javellesche Lauge in Betracht; Kali- und Natronlauge sind weniger empfehlenswert, weil sie die Zellmembranen zu stark zum Verquellen bringen.

3. Die Herstellung der mikroskopischen Präparate.

Zur Prüfung größerer Objekte müssen in der üblichen Weise Schnitte angefertigt werden, die zur Untersuchung in Wasser oder eine andere Einschlußflüssigkeit übertragen werden. Sind die Objekte nicht groß genug, um sie während des Schneidens zwischen den Fingern zu halten, oder sind sie, wie z. B. Blätter, sehr dünn, so werden sie in gespaltenes Holundermark oder gespaltenen Kork eingeklemmt und auf diese Weise geschnitten; bei kleinen und dabei sehr harten Objekten leistet Eindrücken oder Einschmelzen in hartes Paraffin sehr gute Dienste.

Bei der Untersuchung pulverförmiger Stoffe hängt die Herstellung der Präparate davon ab, ob es sich um grob oder fein zerkleinerte Materialien handelt. Besteht das Untersuchungsobjekt aus groben Partikeln, so müssen diese vorher entweder geschnitten oder im Mörser zerkleinert werden; feine Pulver lassen sich ohne weiteres so untersuchen, daß eine kleine Menge auf dem Objektträger in Wasser oder einer anderen Untersuchungsflüssigkeit verrieben wird; dann wird das Deckgläschen vorsichtig so aufgelegt, daß keine Luftblasen zurückbleiben, und unter leichtem Hin- und Herschieben vorsichtig angedrückt. Störende Luftblasen lassen sich durch

kurzes Aufkochen, wodurch aber die Stärkekörner verkleistert werden, oder durch Durchsaugen von Alkohol zwischen Objektträger und Deckgläschen beseitigen.

Zur Untersuchung in Aufhellungsflüssigkeiten und Reagentien werden die Präparate entweder unmittelbar in diese übertragen, oder die Reagentien werden nachträglich vorsichtig an den Rand des Deckgläschens gebracht und zwischen Objektträger und Deckgläschen durchgesaugt, indem an die entgegengesetzte Seite ein Stückchen Filtrierpapier an das Deckgläschen angelegt wird. Stets ist darauf zu achten, daß keine Flüssigkeit über die Oberfläche des Deckgläschens tritt.

Die Anfertigung von Dauerpräparaten erfolgt entweder durch Einlegen der Objekte in Glyzerin oder in Glyzeringelatine. Handelt es sich darum, die Präparate nur für einige Tage zu erhalten, wird man sich meist damit begnügen, die jeweilige Untersuchungsflüssigkeit zwischen Objektträger und Deckgläschen durch Glyzerin zu ersetzen, das man in der schon beschriebenen Weise vom Rande her hinzutreten läßt. Für lange Aufbewahrung, also für eigentliche Dauerpräparate, eignet sich besser die Einbettung in Glyzeringelatine. Man bringt einen kleinen Würfel Glyzeringelatine auf dem Objektträger durch vorsichtiges Erwärmen zum Schmelzen, überträgt schnell die Präparate und legt sofort ein Deckgläschen auf, das zweckmäßig in der Flamme des Bunsenbrenners angewärmt ist. Während des Erkaltens wird das Deckgläschen leicht angedrückt, am einfachsten so, daß ein kleiner Kork auf das Deckgläschen gestellt und mit einem Gewicht beschwert wird. Nach dem Erstarren der Gelatine kann der Rand des Deckgläschens mit Asphaltlack, Kanadabalsam oder Goldsize bestrichen werden, um dem Austrocknen und der Zersetzung der Glyzeringelatine vorzubeugen.

4. Die Aufhellung und Entfärbung mikroskopischer Präparate.

Viele Präparate zeigen sich in den üblichen Wasserpräparaten zu undurchsichtig, um Einzelheiten erkennen zu lassen; sie müssen durch Übertragen in Aufhellungs- und Entfärbungsmittel durchsichtig gemacht werden. Bei starker Bräunung des ganzen Untersuchungsmaterials durch Röst- und Trocknungsprozesse muß dasselbe bereits vor der mikroskopischen Untersuchung durch entsprechende Vorbehandlung entfärbt werden (vgl. S. 11); in anderen Fällen genügt es, die auf dem Objektträger befindlichen Schnitte oder Pulverpräparate statt in Wasser in Aufhellungsmitteln zu untersuchen, also Aufhellungsmittel während der mikroskopischen Betrachtung einwirken zu lassen.

Die Wirkungsweise der einzelnen Aufhellungsmittel ist verschieden, da sie zum Teil rein physikalisch durch Veränderung der optischen Brechungsverhältnisse innerhalb des Präparates, zum Teil außerdem vor allem auch chemisch einwirken, indem sie die Präparate oder Teile derselben verändern bzw. auflösen.

Das schwächste Aufhellungsmittel, das jedoch den Vorzug hat, keine wesentlichen Veränderungen der Strukturverhältnisse der Objekte, und zwar weder der Zellwände noch der Inhaltsstoffe, zu bewirken, ist Glyzerin. Stärker lichtbrechend und darum auch stärker aufhellend wirkt Nelkenöl, dessen Anwendung aber dadurch erschwert wird, daß es nur für wasserfreie Präparate in Betracht kommt. Präparate in Glyzerin und Nelkenöl unterscheiden sich von Wasserpräparaten auch darin, daß etwaige in Wasser lösliche oder quellbare Stoffe, wie Proteinkörner, Zucker, Schleimmassen und Schleimmembranen nicht verquellen bzw. sich nicht lösen, so daß

diese Aufhellungsmittel zum Nachweis solcher Stoffe benutzt werden können. An zweiter Stelle stehen Chloralhydrat und Natriumsalizylat, die sich in ihrer Wirkung von dem Glyzerin und dem Nelkenöl dadurch unterscheiden, daß sie viele Inhaltsstoffe der Zellen, insbesondere Stärkekörner, lösen, auch vielfach durch Lösung der Farbstoffe entfärbend wirken; die Zellmembranen werden durch Chloralhydrat und Natriumsalizylat kaum verändert, was einen Vorzug gegenüber den im folgenden behandelten stärkeren Aufhellungsmitteln darstellt. Die aufhellende Wirkung der eben erwähnten Stoffe beginnt sofort und schreitet langsam weiter vor. Sie kann durch Erwärmen der Präparate noch wesentlich gesteigert werden.

Die stärksten Aufhellungsmittel haben wir in Kali- und Natronlauge. Sie lösen Stärke und andere Inhaltsstoffe rasch und vollständig auf und verseifen Fette. Ein Nachteil der Laugen besteht darin, daß sie viele Zellmembranen stark aufquellen, so daß das typische Zell- und Gewebebild verändert wird.

Javellesche Lauge wirkt ähnlich wie Natronlauge, hat aber ein stärkeres Entfärbungsvermögen, so daß sie vor allem für Präparate von geröstetem Pflanzenmaterial das gegebene Aufhellungsmittel darstellt. Besonders stark ist das Lösungsvermögen der Javelleschen Lauge für Zellinhaltsstoffe; gleichzeitig werden die Membranen nicht so stark verquollen wie durch Kali- und Natronlaugen.

Stark aufgehellte Präparate werden zweckmäßig bei nicht zu starker Beleuchtung untersucht, da Einzelheiten sonst leicht verlorengehen. Auch kann es sich empfehlen, zu stark aufgehellte Präparate durch nachträgliche Färbung mit Safranin oder anderen Farbstoffen wieder deutlich sichtbar zu machen.

5. Die Anwendung chemischer Reagentien zum Nachweis der chemischen Beschaffenheit von Zellmembranen und Zellinhaltsstoffen.

Als chemische Reagentien werden solche Stoffe bezeichnet, welche die einzelnen Teile des mikroskopischen Präparates so verändern, daß wir hieraus Rückschlüsse auf die chemische Natur derselben ziehen können. Zu diesen Reagentien gehört genau genommen schon das Wasser, da es Proteinkörner zur Lösung und Schleimmassen zur Verquellung bringt. Die bereits erwähnten Aufhellungsmittel stellen ebenfalls zum Teil gleichzeitig Reagentien dar, da sie die verschiedenen Bestandteile des Präparates ungleich beeinflussen und durch Lösung, Entfärbung oder Verfärbung auf die chemische Natur der Zellmembranen und der Inhaltsstoffe hinweisen. Unter Reagentien im engeren Sinne verstehen wir Stoffe, die allein zu dem Zweck angewendet werden, einen Einblick in die chemische Beschaffenheit bestimmter Zellteile zu erhalten.

Die für Nahrungsmitteluntersuchungen in Frage kommenden wichtigsten Reaktionen sind im folgenden übersichtlich zusammengestellt, wobei gleichzeitig auf die früher gebrachten Angaben über Zusammensetzung und Herstellung der Reagentien verwiesen sei (S. 6).

Nachweis von Zellulosemembranen:

Blau- oder Blauviolettfärbung durch Chlorzinkjodlösung; Präparate möglichst unmittelbar in Chlorzinkjod übertragen; vorhergehende Behandlung mit Wasser vermeiden.

Nachweis verholzter Membranen:

Rotfärbung durch Phlorogluzin + Salzsäure. Präparate zunächst in Phlorogluzin bringen und vor dem Auflegen des Deckgläschens einen Tropfen Salzsäure zufügen. Vorsichtig arbeiten, um Beschädigungen des Objektivs vorzubeugen.

Gelbfärbung durch Anilinsulfat.

Nachweis verkorkter Membranen (Suberin und Kutin):

Unlöslichkeit in konzentrierter Schwefelsäure oder Chromsäure; trockene Objekte in einen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure übertragen; vorsichtig arbeiten, um Beschädigungen des Objektivs vorzubeugen.
Orangerotfärbung in Sudanglyzerin; nach Bedarf Präparat schwach erwärmen.
Gelbbraunfärbung durch Chlorzinkjod.

Nachweis von Schleimmembranen:

Verquellung und Auflösung in Wasser. Vergleichspräparate in Alkohol abs., Glyzerin oder Nelkenöl.
Gelb- oder Violettfärbung in Chlorzinkjod.

Nachweis von Stärke:

Blaufärbung durch Jodjodkalium und Jodwasser. In fettreichen Zellen alkoholische Jodlösung verwenden. Zum Nachweis sehr kleiner Stärkekörner Chloraljod.

Nachweis von Eiweißkörpern, insbesondere Aleuronkörnern:

Gelbbraunfärbung durch Jodjodkali, besser durch alkoholische Jodlösung.

Nachweis von Fetten und fetten Ölen:

Rotfärbung durch Alkannin; Präparate in Alkanninlösung färben, mit Wasser ausspülen und in Wasser untersuchen.
Verseifung durch starke Laugen.
Löslichkeit in Äther, Chloroform, zuweilen (Rizinus- und Senföl) auch in Alkohol abs.

Nachweis von ätherischen Ölen:

Rotfärbung durch Alkannin (s. fette Öle!).
Löslichkeit in Äther, Chloroform, Alkohol.

Nachweis von Schleim und Gummi:

Verquellung und Auflösung in Wasser; Präparat in Alkohol abs. oder reinem Glyzerin; vom Rande des Deckgläschens her Wasser zutreten lassen.
(Optischer Nachweis im nächsten Abschnitt.)

Nachweis von Gerbstoffen:

Grünblaufärbung durch Eisenchlorid. Objekte unmittelbar in Eisenchloridlösung bringen, mit Glyzerin aufhellen.

Nachweis von Kalziumoxalatkristallen:

Löslichkeit in Salz- und Schwefelsäure (in H_2SO_4 Bildung von Gipsnadeln).
Unlöslichkeit in Essigsäure.

Nachweis von Kalziumkarbonat:

Löslichkeit in Essigsäure.

Nachweis von Fettsäurekristallen:

Verseifung durch Laugen.

6. Anwendung optischer Methoden bei der mikroskopischen Untersuchung.

Der Nachweis der Natur mikroskopischer Objekte wird im allgemeinen durch ihr Verhalten gegenüber Reagentien erbracht; jedoch können auch optische Methoden und Hilfsmittel zur Erleichterung der Diagnose herangezogen werden.

An erster Stelle ist hier der Gebrauch des Polarisationsmikroskopes zu erwähnen. Die Umänderung des Mikroskopes in ein Polarisationsmikroskop erfolgt in der Weise, daß nach dem Entfernen eines etwa vorhandenen Beleuchtungsapparates der Polarisator in die Öffnung des Objekttisches eingesetzt wird; dann wird der Halter des Analysators auf den Tubus

des Mikroskopes aufgeschoben, das Okular eingeschoben und der drehbare Analysator auf das Okular aufgesetzt. Das Einstellen der Präparate erfolgt bei hellem Gesichtsfeld, also bei parallelen Nicols; nunmehr werden die Nicols durch Drehen des Analysators gekreuzt, wodurch das Gesichts-

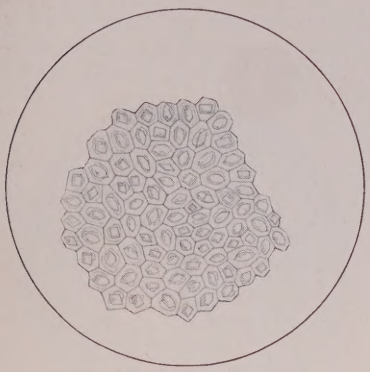


Abb. 2. Trägerzellenschicht der Bohnensamenschale bei gewöhnlicher mikroskopischer Beleuchtung. Vergr. 200fach.

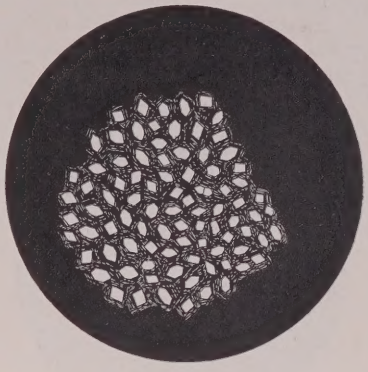


Abb. 3. Trägerzellenschicht der Bohnensamenschale im polarisierten Licht. Vergr. 200fach.

feld verdunkelt wird; etwa vorhandene polarisierende Körper leuchten gleichzeitig hell auf. Der Gebrauch der Polarisationseinrichtung ist besonders wichtig für den Nachweis von Kristallen und Faserzellen; Abb. 2 zeigt die sog. Trägerzellenschicht der Samenschale der Bohne bei gewöhnlicher Beleuchtung, Abb. 3 im polarisierten Licht; vereinzelte Kristalle oder kristallhaltige Gewebestücke lassen sich also im polarisierten Licht wesentlich leichter auffinden als bei gewöhnlicher Beleuchtung. Das gleiche gilt für Faserzellen, deren Nachweis diagnostisch oft wichtig ist. Stärkekörner zeigen sich bei gekreuzten Nicols fast stets als helle Gebilde mit charakteristischem dunklen Kreuz (Abb. 4).

Abb. 4. Kartoffelstärke im polarisierten Licht. Vergr. 200fach.

Eine weitere sehr einfache optische Methode stellt die Betrachtung mikroskopischer Objekte im auffallenden Lichte dar; sie läßt sich nur bei schwachen Vergrößerungen anwenden, gestattet aber trotzdem oft wertvolle Aufschlüsse. Die Untersuchung im auffallenden Lichte erfolgt so, daß der Spiegel des Mikroskopes abgedreht, oder daß über die Öffnung des Objekttisches eine undurchsichtige Platte gelegt wird, so daß nur die von dem mikroskopischen Objekt reflektierten Strahlen des Tageslichtes oder einer künstlichen Lichtquelle, welche den Objekttisch und das auf ihm befindliche Präparat beleuchten, in das Objektiv und das Auge des Mikroskopierenden gelangen. Viele Objekte lassen sich im auffallenden Lichte besser voneinander unterscheiden als bei der gewöhnlichen mikroskopischen

Betrachtung; als Beispiel sind in Abb. 5 und 6 Weizenstärke und Stärke der Kornradesamen wiedergegeben; die Klein- und Großkörner der ersten zeigen sich dunkel mit kreisförmigem hellen Rande, während die Stärkekörner der Rade, auch die kleinsten Stücke, in ihrer ganzen Fläche glänzend erscheinen.

Zu den optischen Methoden können wir schließlich auch noch die Untersuchung von Tuschepräparaten rechnen. Das Brechungsverhältnis gewisser Objekte, vor allem der Schleimmassen, ist dem des umgebenden

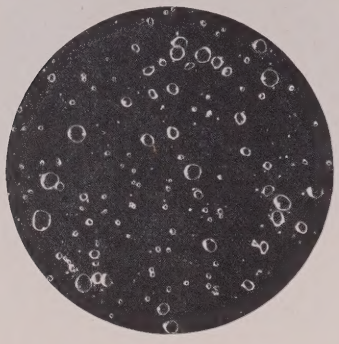


Abb. 5. Weizenstärke im auffallenden Licht. Vergr. 100fach.

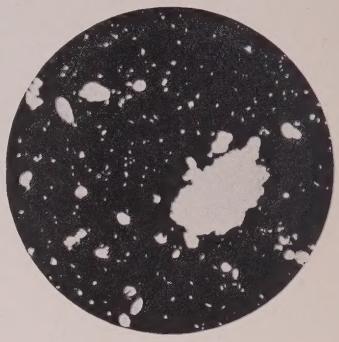


Abb. 6. Stärkeklumpen der Kornrade im auffallenden Licht. Vergr. 100fach.

Wassers so gleich, daß sie nicht sichtbar sind. Der Nachweis gelingt aber ohne weiteres in Tuschepräparaten, die so hergestellt werden, daß die Objekte in schwach verdünnte Tuschelösungen übertragen werden; während das Gesichtsfeld der Tuschelösung dunkel ist, fallen etwaige Schleimmassen als helle Stellen auf. Durch vorsichtiges Verschieben des Deckgläschens muß man sich davon überzeugen, daß Verwechslungen mit lufthaltigen Hohlräumen nicht vorliegen.

7. Das Messen und Zeichnen der mikroskopischen Objekte.

Das Messen mikroskopischer Objekte stellt in vielen Fällen ein sehr wichtiges Hilfsmittel dar, da sich häufig ähnlich aussehende Objekte, wie z. B. Stärkekörner, eindeutig durch ihre Größenverhältnisse unterscheiden; auch sonst ist die Kenntnis der Größenverhältnisse eine unbedingte Voraussetzung, um in Pulvergemischen die einzelnen Bestandteile auseinanderhalten zu können.

Die Größe mikroskopischer Objekte wird in Mikra (1 Mikron = 1 μ = $^1/_{1000}$ mm) ausgedrückt. Das Messen selbst erfolgt meist mit dem sog. Okularmikrometer, das aus einem Okular besteht, in welches ein feines Glasplättchen mit einem eingeritzten oder aufphotographierten Maßstabe eingelegt ist. Bei der Betrachtung des mikroskopischen Bildes sehen wir dann gleichzeitig diesen Maßstab. Aus der Anzahl der Teilstriche, die das Objekt bei der Betrachtung mißt, kann man durch einfaches Multiplizieren mit dem für jedes Objektiv und eine bestimmte Tubuslänge charakteristischen „Mikrometerwert" die Größe des mikroskopischen Objektes berechnen. Dieser Mikrometerwert wird meist schon von den optischen Werkstätten mitgeteilt und ist im übrigen leicht selbst festzustellen bzw. zu kontrollieren. Zu diesem Zwecke betrachtet man durch das mit einem Okularmikrometer

versehene Mikroskop statt eines mikroskopischen Präparates ein sog. Objektmikrometer. Dieses ist ein Objektträger, der eine feine Skala (meist 1 mm in 100 Teile geteilt) aufweist. In dem in Abb. 7 wiedergegebenen Falle entsprechen 96 Teilstriche des Mikrometerokulars 25 Teilstrichen des Objektmikrometers. 1 Teilstrich des Mikrometerokulars entspricht also $\frac{2}{9}\frac{5}{6}$ Teilstrichen des Objektmikrometers. Da jeder Teilstrich des Objektmikrometers $^1/_{100}$ mm darstellt, so bedeutet ein Teilstrich des Mikrometerokulars $\frac{2}{9}\frac{5}{6} \times {}^1/_{100}$ mm $= 2{,}6$ μ. Mit dieser Zahl als Mikrometerwert muß bei der Betrachtung eines beliebigen mikroskopischen Objektes und bei Verwendung des gleichen Objektivs und der gleichen Tubuslänge die Zahl der gefundenen Teilstriche des Okularmikrometers multipliziert werden, um die Größenverhältnisse des jeweils gemessenen mikroskopischen Objektes in μ zu erhalten. Bei dem in Abb. 8 gewählten Beispiel eines Stärkekornes der Kartoffel entspricht die Längsausdehnung von 33 Teilstrichen also 85,8 μ.

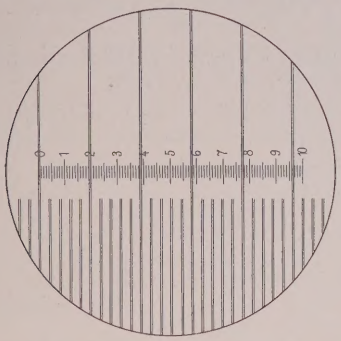


Abb. 7. Feststellung des Mikrometerwertes eines Mikrometerokulars. In der Mitte die 100teilige Skala des Okulars, als mikroskopisches Objekt die Skala des Objektmikrometers (1 Teilstrich $= {}^1/_{100}$ mm).

Abb. 8. Messen der Größenverhältnisse durch Mikrometerokular. Als mikroskopisches Objekt Kartoffelstärke bei gleicher Vergrößerung wie in Abb. 7.

An Stelle des Mikrometerokulars kann auch der Zeichenapparat ohne weiteres zum Messen der Größenverhältnisse gezeichneter mikroskopischer Objekte benutzt werden. Zu diesem Zwecke entwerfe man vor oder nach dem Zeichnen des mikroskopischen Gegenstandes mit dem Zeichenapparat bei gleichbleibendem Objektiv, gleichbleibendem Okular, gleichbleibender Tubuslänge und gleichbleibender Entfernung des Zeichenprismas bzw. Zeichenapparates von der Zeichenebene das mikroskopische Bild eines Objektmikrometers, das 1 mm in 100 Teile geteilt trägt. Die Entfernung zweier aufeinanderfolgender Punkte auf dem Zeichenpapier entspricht dann jeweils $^1/_{100}$ mm oder 10 μ.

Auf das Zeichnen mikroskopischer Objekte ist besonderer Wert zu legen, weil die bildliche Darstellung den Mikroskopierenden zwingt, die Einzelheiten des Objektes mit der genügenden Sorgfalt zu betrachten. So wird vor allem der Studierende das Zeichnen unter keinen Umständen entbehren können; aber auch in der Praxis wird die bildliche Darstellung des untersuchten Objektes meist nicht zu umgehen sein. In der Regel werden sich in jedem Präparat Bestandteile finden, über deren Natur man sich zunächst nicht klar ist. Es empfiehlt sich, solche nicht sofort bestimmbaren Fragmente abzuskizzieren, um die so festgelegten

Befunde später in ihrer Gesamtheit und im Zusammenhange bewerten zu können. Bei einiger Übung genügen hierzu gewöhnliche Handskizzen. Kommt es aber, was sehr oft der Fall sein wird, auf die Berücksichtigung der Größenverhältnisse an, so wird man gut tun, wenigstens einen Teil der Zeichnungen mit dem Zeichenapparat herzustellen, um die Dimensionen kennen zu lernen, oder aber die Größenverhältnisse getrennt von der Zeichnung durch Messung mit dem Mikrometerokular festzulegen.

In dem vorliegenden Buch ist auf die zahlenmäßige Wiedergabe der Größenverhältnisse vieler Objekte im Hinblick darauf Abstand genommen, daß sämtliche Abbildungen in einem gleichen Vergrößerungsverhältnis von 200 : 1 wiedergegeben sind. Um die Größen zahlenmäßig kennen zu lernen, genügt es daher, die Objekte in den Abbildungen zu messen. Da die Abbildungen 200fache Vergrößerungen darstellen, muß der in mm gefundene Wert mit 5 multipliziert werden, um die Größenverhältnisse des mikroskopischen Objektes in μ zu erhalten.

8. Die Auswertung der mikroskopischen Untersuchungsbefunde und die quantitative Bestimmung von Gemischen.

Die mikroskopische Untersuchung vegetabilischer Stoffe soll die Frage beantworten, ob die untersuchten Substanzen ihrer Bezeichnung entsprechen, ob sie rein sind oder fremde Beimischungen enthalten, und ob diese Beimischungen als zufällige Verunreinigungen oder als beabsichtigte Verfälschungen anzusprechen sind. Soweit eine Bezeichnung des Untersuchungsobjektes fehlt, muß zunächst geprüft werden, welche Rohstoffe überhaupt in Frage kommen, und ob es sich um eine einheitliche Substanz oder um ein Gemisch handelt. Bei der Untersuchung von Gemischen und Verfälschungen wird es weiter oft notwendig sein, das Mischungsverhältnis oder den Zusatz fremder Stoffe prozentual zu bestimmen.

Die mikroskopische Prüfung pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel muß also nach Möglichkeit sowohl qualitativ als auch quantitativ vorgenommen werden. Zunächst ist natürlich stets die qualitative Bestimmung erforderlich; sie läßt sich an der Hand der in den folgenden Abschnitten wiedergegebenen anatomischen Verschiedenheiten des Prüfungsmaterials ohne weiteres durchführen. Dagegen muß auf die Frage, inwieweit die mikroskopische Prüfung eine Beurteilung der quantitativen Zusammensetzung von Gemischen gestattet und in welcher Weise die quantitative Bestimmung vorzunehmen ist, hier noch im Zusammenhang eingegangen werden.

Die quantitative Bestimmung von Pulvergemischen hat eine zahlenmäßige Erfassung der mikroskopisch festgestellten Teile zur Voraussetzung, die sich nur durch das Auszählen der mikroskopischen Objekte erreichen läßt. Dieses Auszählen erfolgt zweckmäßig auf einem Objektträger, in dessen Fläche ein in 100 kleine Quadrate eingeteiltes Quadrat von 10×10 oder 15×15 mm eingeritzt ist, wobei dann alle oder eine größere Anzahl von Quadraten ausgezählt werden; die Bewegung des Objektträgers erfolgt hierbei am besten mittels des früher bereits erwähnten Kreuztisches, der eine genaue Verschiebung des Präparates und die vollständige Durchmusterung gestattet.

Im übrigen gehört die quantitative Bestimmung von Verfälschungen und Gemischen auf Grund des mikroskopischen Bildes zu den schwierigsten Aufgaben der mikroskopischen Untersuchung. Es liegt das zunächst schon daran, daß oft nur ein verhältnismäßig geringer Bruchteil von mikroskopisch

eindeutig bestimmbaren Elementen vorhanden ist, so daß es nicht möglich ist, aus diesen Elementen unmittelbar auf die quantitative Zusammensetzung Rückschlüsse zu ziehen. Weiter muß vor allem berücksichtigt werden, daß die mikroskopische Betrachtung die einzelnen Teile des Präparats als flächenhafte Gebilde zeigt, so daß die volumetrischen Unterschiede, welche für die Beurteilung der quantitativen Zusammensetzung ausschlaggebend sind, nicht ohne weiteres zutage treten. Es kann also aus der etwaigen Zahl von fremden Elementen in einem Präparat nicht unmittelbar auf die wirklichen Mengenverhältnisse geschlossen werden. Wie leicht in dieser Hinsicht Irrtümer unterlaufen können, möge ein einfaches Beispiel zeigen. Es handele sich um ein Gemisch von Reis- und Maisstärke; die Stärkekörner des Reis zeigen sich als kleine Vier- bis Sechsecke von etwa 5 μ Größe, die Stärkekörner aus dem Endosperm des Mais als Würfel oder unregelmäßige Kugeln von etwa 20 μ. Das Volumen eines Reisstärkekorns berechnet sich daraus auf $5 \cdot 5 \cdot 5 = 125\ \mu^3$, das eines Maisstärkekorns aber auf $20 \cdot 20 \cdot 20 = 8000\ \mu^3$. Bei gleichem Mischungsverhältnis würden also auf 1 großes Maisstärkekorn 64 kleine Reisstärkekörner kommen; mit anderen Worten: die vereinzelte Anwesenheit flächenhaft größerer Gebilde im Präparat ist prozentual wesentlich höher zu schätzen als ein ungleich häufigeres Vorhandensein feinerer Elemente.

Das eben erwähnte Beispiel der quantitativen Untersuchung eines Stärkegemisches zeigt, wie schwer es schon bei einem ganz einfachen Objekte wie Reis- und Maisstärke ist, das Mischungsverhältnis auf Grund des mikroskopischen Bildes richtig zu bewerten. Immerhin ist hier auch auf zahlenmäßigem Wege eine Berechnung der prozentualen Anteile möglich, wenn im Präparat das Verhältnis der einzelnen Stärkekörner zueinander bestimmt und die Größenverhältnisse berücksichtigt werden.

Wesentlich schwieriger ist aber die Untersuchung von Gemischen, bei denen eine oder alle Komponenten aus komplizierten und mannigfach gebauten Bestandteilen bestehen; hier läßt sich ein Maßstab zur Bestimmung der prozentualen Zusammensetzung nur so gewinnen, daß alle unwesentlichen oder diagnostisch unbrauchbaren Teile bei der Betrachtung ausgeschaltet werden, und daß der quantitative Vergleich durch die zahlen- und volumenmäßige Bestimmung von besonders charakteristischen Teilen als Leitelementen erfolgt. Welche Zellen, Zellgruppen oder Zellinhaltsstoffe als Leitelemente anzusprechen sind, hängt von der Art des Objektes ab; bei der Prüfung von Kakao auf Zusatz von Kakaoschalen geben die Schleimmassen und Steinzellen der Samenschale, bei Zusatz von Rapskuchen zu Pfefferpulvern die braunen Fragmente der Rapsschale geeignetes Vergleichsmaterial.

Die praktische Durchführung der quantitativen Bestimmung wird sich meist so gestalten, daß aus reinem Ausgangsmaterial Vergleichspulver des Verfälschungsmittels oder der Komponenten eines Gemisches hergestellt werden, deren Teilchengröße mit derjenigen des zu prüfenden Gemisches nach Möglichkeit übereinstimmt. Zunächst wird dann festgestellt, wieviel Leitelemente, also z. B. Schleimmassen der Kakaoschale das Testpulver in jedem mikroskopischen Präparat je Flächeneinheit aufweist. Nachdem diese Zahl festgestellt, wird das zur Untersuchung stehende Pulver in der gleichen Weise auf die Zahl der vorhandenen Leitelemente je Flächeneinheit im mikroskopischen Präparat geprüft. Aus der Differenz ergibt sich der prozentuale Anteil des betreffenden Ausgangsmaterials an dem untersuchten Pflanzenpulver, vorausgesetzt, daß die benutzten Leitelemente durch gleiche

Größe einen unmittelbaren Vergleich gestatten. Liegen in dieser Hinsicht Unterschiede vor, so darf nicht die Zahl, sondern es muß das Gesamtvolumen der Test- und Untersuchungsobjekte der prozentualen Berechnung zugrunde gelegt werden.

Bei der eben beschriebenen Art der Prüfung muß natürlich stets die Bedingung erfüllt sein, daß die in Vergleich gesetzten Präparate gleiche Mengen von Untersuchungsmaterial enthalten. Das läßt sich bei einiger Übung mit genügender Genauigkeit auch ohne umständliche Wägung und vorhergehende Streckung des Untersuchungsmaterials mit Zucker als indifferentem Stoff, der dann in den Präparaten wieder in Lösung geht, durch Abmessen gleicher kleiner Mengen mit der Spitze einer lanzettförmigen Präpariernadel erreichen.

Der Wert quantitativer Bestimmungen von Pflanzenpulvern hängt nicht nur von der Sorgfalt der mikroskopischen Untersuchung und der Prüfung einer genügenden Anzahl mikroskopischer Präparate, sondern vor allem auch von einer richtigen Probeentnahme ab. Die im Mikroskop durchgemusterten Mengen geprüfter Substanz werden stets sehr klein sein, weshalb Fehler bei der Probeentnahme das ganze Untersuchungsergebnis in Frage stellen können. Bei mangelhafter Probeentnahme können zufällige Verunreinigungen als Verfälschungen angesprochen, oder umgekehrt die Reinheit eines Gemisches festgestellt werden, das in Wirklichkeit unerlaubte Beimengungen enthält. Die Proben müssen unter allen Umständen von ganz verschiedenen Stellen der Handelsware entnommen und vor der mikroskopischen Untersuchung sorgfältig miteinander vermischt sein; nur dann lassen sich die Ergebnisse quantitativer mikroskopischer Bestimmungen auf die Gesamtheit der geprüften Handelsware übertragen.

II. Die Getreidearten und ihre Mahlprodukte.

Die Getreidearten und die Verarbeitung des Getreides in der Müllerei.

Zu den wichtigsten Kulturpflanzen zählen wegen des Stärkereichtums ihrer Samen die zur Familie der Gräser gehörenden Getreidearten. Roggen (*Secale cereale* L.) und Weizen (*Triticum sativum* Lam. und andere *Triticum*-Arten) stellen unsere eigentlichen Brotfrüchte dar, aber auch Gerste (*Hordeum vulgare* L. und andere *Hordeum*-Arten) und Hafer (*Avena sativa* L.) sind für die menschliche Ernährung von Bedeutung. In anderen Ländern sind Hirse (*Andropogon Sorghum* Brot., *Panicum*- und *Setaria*-Arten) und Mais (*Zea Mays* L.) wichtige Kulturpflanzen. Unter den Getreidearten wärmerer, insbesondere tropischer Länder, steht der Reis (*Oryza sativa* L.) an erster Stelle. Zu den Getreidepflanzen im weiteren Sinne rechnen wir den zur Familie der Polygonaceen gehörigen Buchweizen (*Fagopyrum esculentum* Moench.), dessen Körner wegen ihres Stärkegehaltes in ähnlicher Weise verwendet werden wie die Gramineenfrüchte. Auch die stärkereichen Samen einer Chenopodiacee (*Chenopodium Quinoa* Willd.) finden vereinzelt zur Mehl- und Brotbereitung Verwendung.

Die Körner der erwähnten Cerealien werden im allgemeinen erst durch einen Mahlprozeß zerkleinert und so für den menschlichen Genuß vorbereitet. Als Mahlprodukte bezeichnen wir die durch die Mühlenfabrikation hergestellten Produkte verschiedensten Aussehens. Erzeugnisse einfachster Art sind die nur geschälten Gramineenfrüchte, so z. B. geschälte Gersten-, Hafer- und Reiskörner, ferner die sog. Graupen, d. h. geschälte und gespitzte oder gerundete Getreidekörner, vor allem von Gerste. Unter Grütze verstehen wir geschälte und in grobe Stücke zerkleinerte Getreidekörner, z. B. von Gerste, Hafer, Hirse und Buchweizen, während bei den Grießen die Zerkleinerung bis zur Erzielung eines grobkörnigen Pulvers durchgeführt ist. Den höchsten Grad der Zerkleinerung haben wir in den eigentlichen Mehlen; Weizen, Roggen, Mais und Reis liefern die wichtigsten Mehlarten, neben denen die aus den anderen Gräsern und dem Buchweizen gewonnenen Mehle an Bedeutung zurücktreten.

Bei dem Mahlprozeß wird neben der mehr oder minder weit getriebenen Zertrümmerung der Bestandteile der Getreidekörner weiter eine Trennung dieser Bestandteile in zwei Produkte durchgeführt: in das eigentliche, überwiegend aus Stärke bestehende Mahlprodukt und in die vor allem aus den äußeren Zellschichten des Kornes bestehenden Abfallstoffe, die meist als Kleie bezeichnet werden. Der Mahlprozeß bringt es mit sich, daß diese Trennung keine vollständige ist, und daß insbesondere auch im Mehl immer noch Reste der äußeren Kornschichten vorhanden sind. Je feiner ein Mehl

ist, um so vollkommener ist die Zertrümmerung der Zellen und die Entfernung unerwünschter Schalenbestandteile durchgeführt; jedoch weisen auch die feinsten Mehle meist noch, wenn auch oft in sehr geringer Menge, Reste der äußeren Zellschichten auf, deren Nachweis für die mikroskopische Erkennung der Herkunftspflanzen von Bedeutung ist.

Die mikroskopische Prüfung von Mahlprodukten hat zunächst die Bestimmung der Getreidepflanzen zur Aufgabe, aus denen das betreffende Mehl oder ein anderes Mahlprodukt gewonnen ist. An zweiter Stelle steht der Nachweis fremder Beimischungen, unter denen vor allem die Reste von Unkrautsamen zu berücksichtigen sind, die als „Ausreuter" bei der Ernte und Aufbereitung des Getreides den Getreidekörnern beigemischt bleiben. Der Gehalt an Ausreuterbestandteilen ist bei Mehlen aus modernen Mühlenanlagen meist nur gering, da vor dem Mahlprozeß eine weitgehende mechanische Entfernung fremder Bestandteile erfolgt; vollständig ist jedoch diese Trennung nicht, so daß Gewebereste der Ausreuter auch hier noch angetroffen werden. Von besonderer Bedeutung ist der Nachweis von Mutterkorn und solchen Unkrautsamen, wie Taumellolch und Kornrade, deren Vorhandensein wegen ihrer giftigen Wirkungen zu beanstanden ist.

Der Bau der Gramineenfrucht.

Die Körner der Gräser, zu denen als landwirtschaftlich wichtigste Pflanzen die Getreidearten gehören, stellen keine Samen, sondern Früchte, und zwar Caryopsen, dar, d. h. einsamige Früchte, bei denen die relativ zarte bis lederartige Fruchtwand mit der Samenschale verwachsen ist. Ein in beliebiger Richtung durch eine Gramineenfrucht, z. B. ein Getreidekorn geführter Schnitt zeigt also in jedem Fall außen zunächst die Fruchtwand, dann die Samenschale und schließlich den von Fruchtwand und Samenschale allseitig eingeschlossenen Samen.

Der Bau der verschiedenen Gramineenfrüchte zeigt weitgehende Übereinstimmungen, weshalb es genügt, als Beispiel den Bau des Weizenkornes zu betrachten. Die der Länge nach durchschnittene Weizenfrucht zeigt bei Lupenvergrößerung das in Abb. 9 wiedergegebene Bild. Die zu äußerst liegende Fruchtwand ist mit der darunter liegenden Samenschale verwachsen; beide zusammen bilden die Umhüllung des innen befindlichen Samens, der in zwei Hauptteile gegliedert ist: den an der Basis des Kornes sitzenden kleinen Keimling oder Embryo und das ungleich größere Nährgewebe oder Endosperm. Der Embryo liegt dem Endosperm mittels eines schildförmigen Blattorganes, des Scutellums, einseitig an und ist ein kleines Pflänzchen mit Stammvegetationskegel, Blattanlagen und erster Wurzelanlage, die durch das Hypokotyl miteinander verbunden sind. Betupfen wir den Längsschnitt durch das Korn vorsichtig mit wässeriger Jodlösung, so zeigt sich, daß sich das Endosperm bis auf die äußerste Zellschicht stark bläut, also Stärke enthält, während der Embryo sich gelblich-bräunlich verfärbt, also stärkefrei ist; seine kleinen Zellen führen eiweißartige Stoffe und Öl als Hauptinhalt.

Ein in der Mitte des Weizenkornes geführter Querschnitt gibt bei schwacher Vergrößerung das in Abb. 10 wiedergegebene Bild; wir erkennen außen wieder Fruchtwand und Samenschale, während der ganze innere Teil vom Endosperm ausgefüllt wird.

Entwicklung und Reife der Gramineenfrucht erfolgen im Innern von zwei eigenartigen Hochblättern oder Spelzen. Weizen- und Roggenkörner fallen beim Drusch aus den sie umhüllenden Spelzen heraus, so daß die

Handelsware aus nackten Körnern besteht; andere Gramineenfrüchte, von denen hier als bekannte Beispiele Gerste und Hafer genannt seien, bleiben aber dauernd von den Spelzen umschlossen; sie sind daher, genau genommen, keine Früchte, sondern Scheinfrüchte, bei denen die eigentliche Frucht von den Spelzen eingehüllt wird. Bei der Gerste zeigen sich die Spelzen mit der Fruchtwand verklebt, während die Haferspelzen das Haferkorn rein mechanisch umschließen. Durch besondere Schälmaschinen können die Spelzen von den Körnern entfernt werden, jedoch ist die Trennung oft, vor allem bei Gerste, nur unvollkommen. Soweit es sich um

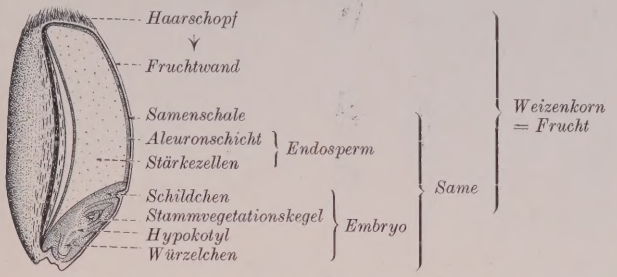


Abb. 9. Längsschnitt durch ein Weizenkorn. Vergr. 5fach.

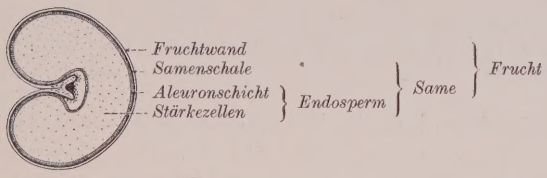


Abb. 10. Querschnitt durch die Mitte eines Weizenkornes. Vergr. 5fach.

Mahlprodukte aus bespelzten Getreidefrüchten, wie Gerste und Hafer, handelt, werden daher meist auch Bestandteile der Spelzen mitangetroffen, so daß die Kenntnis der anatomischen Bauverhältnisse der Spelzen für den Nachweis solcher Mehle gefordert werden muß.

Weizen und Roggen.

Weizen und Roggen weisen in ihrem anatomischen Bau so weitgehende Übereinstimmungen bei gleichzeitigem Vorhandensein feinerer Unterschiede auf, daß es sich empfiehlt, beide Getreidearten nebeneinander zu untersuchen und unmittelbar zu vergleichen.

Herkunft und äußerer Bau.

Als Weizen bezeichnen wir verschiedene Unterarten von *Triticum sativum* Lam., deren Stammformen wir in Kleinasien und den benachbarten Ländern zu suchen haben. Die für uns wichtigste Unterart ist der gemeine Weizen, *Triticum sativum vulgare* = *Triticum vulgare* Vill. Die Kultur des gemeinen Weizens erstreckt sich heute über alle Länder mit gemäßigtem bis subtropischem Klima.

Der Roggen (*Secale cereale* L.) wird vor allem in kälteren Ländern gebaut; seine Stammpflanze ist das im Mittelmeergebiet und im südlichen Rußland noch heute wild anzutreffende *Secale montanum* Guss.

Weizen- und Roggenkörner (Abb. 11 u. 12) sind am unteren Ende zugespitzt und zeigen eine Abstutzung des oberen Endes, das von einem bei Lupenvergrößerung deutlich hervortretenden Haarschopf gekrönt ist. Im Querschnitt zeigen beide eine gewölbte Rückenseite und eine flache Bauchseite mit tiefer Falte. Der kleine, mit bloßem Auge sichtbare Embryo liegt am unteren Ende der Rückenseite.

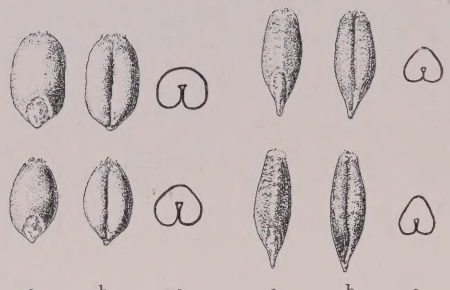


Abb. 11. Weizenkorn. Vergr. 2fach.

Abb. 12. Roggenkorn. Vergr. 2fach.

a Rückenseite. b Bauchseite. c Querschnitt.

Im Aussehen unterscheiden sich Weizen- und Roggenkörner dadurch, daß diese verhältnismäßig schlank, die Weizenkörner dagegen plump und bauchig sind; der Querschnitt des Roggenkorns ist fast dreieckig, der des Weizens etwa halbkreisförmig mit stärker eingerollter Bauchfalte. Die Oberfläche des Roggenkorns ist runzelig bis schuppig, die des Weizenkorns mehr glatt; die Farbe des Roggens ist grünblau bis rötlich, die des Weizens gelb bis gelbrötlich.

Der anatomische Bau des Weizen- und Roggenkornes.

Die Untersuchung der anatomischen Bauverhältnisse erfolgt in Quer- und Flächenschnitten; letztere werden so angefertigt, daß an der gleichen Stelle nacheinander mehrere dünne Schnitte hergestellt werden, so daß die verschiedenen Schichten von der Fruchtwand bis zum Nährgewebe getroffen werden. Am besten gelingen alle Schnitte, wenn die Körner zunächst einige Stunden in Wasser vorgequollen und dann auf mindestens 1—2 Tage in Alkohol-Glyzerin übertragen werden. Die Untersuchung erfolgt in Wasser-, Glyzerin-, Jod- und Chloralhydratpräparaten.

Querschnittsbilder zeigen bei Weizen und Roggen die gleichen Bauverhältnisse (Abb. 13 und 14).

Die Fruchtwand besitzt außen mäßig verdickte Zellen, welche in der Längsrichtung des Kornes verlaufen und daher als Längszellen bezeichnet werden; die darunter liegenden Zellschichten zeigen die gleiche Orientierung. Dann folgt eine Schicht gestreckter Zellen, die senkrecht zu den Längszellen angeordnet sind und daher Querzellen genannt werden; sie sind beim Roggen oft stark emporgewölbt. An die Querzellen schließt sich eine mit großen Zwischenräumen versehene Schicht von Schlauchzellen, die wieder in der Längsrichtung des Kornes verlaufen, also auf Querschnitten durch das Korn quer getroffen werden.

An die Fruchtwand schließt sich die zarte Samenschale, die aus einer hellen äußeren und einer braunen Innenschicht besteht und mit einer derben farblosen Schicht verwachsen ist, die den völlig kollabierten Nucellarrest darstellt.

Hierauf folgt unmittelbar das Nährgewebe oder Endosperm. Die äußere Zellschicht des Nährgewebes ist als Aleuronschicht ausgebildet;

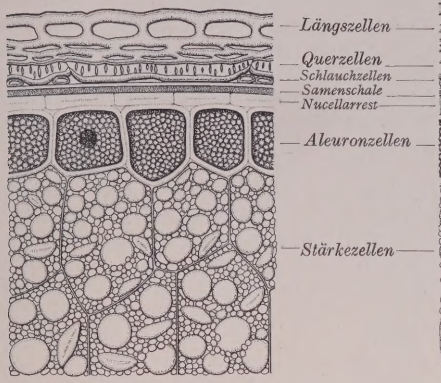


Abb. 13. Querschnitt durch den Randteil des Weizenkornes. Vergr. 200fach.

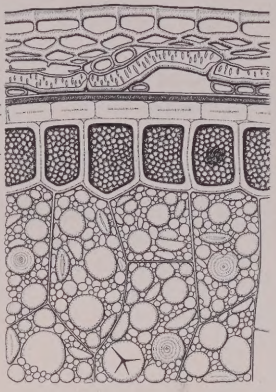


Abb. 14. Querschnitt durch den Randteil des Roggenkornes. Vergr. 200fach.

sie ist verhältnismäßig derbwandig und enthält, wie Jodpräparate zeigen, keine Stärke, sondern nur feine Aleuronkörner; vielfach wird sie fälsch-

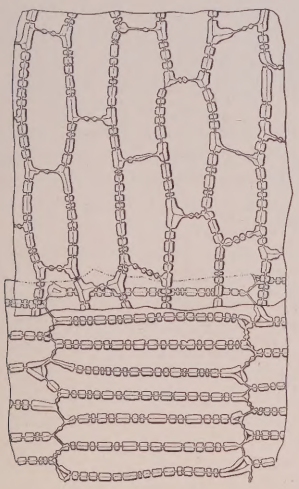


Abb. 15. Längs- und Querzellen des Weizenkornes in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

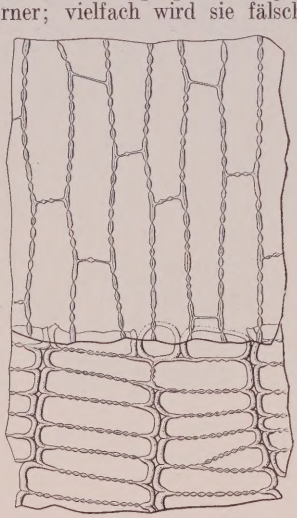


Abb. 16. Längs- und Querzellen des Roggenkornes in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

lich als Kleberschicht bezeichnet. Richtig ist die Bezeichnung Fermentschicht, da aus den Inhaltsstoffen der Aleuronzellen während der Keimung große Mengen von Diastase gebildet werden. Die irrige Benennung

„Kleberschicht" stammt noch aus Zeiten, in denen man in dieser Schicht den Sitz derjenigen eiweißartigen Klebersubstanzen vermutete, welche die Backfähigkeit des Mehles bestimmen. Diese befinden sich aber nicht hier, sondern zwischen den Stärkekörnern in den sonstigen Zellen des Endosperms.

An die Aleuronschicht schließen sich die inneren Zellgewebe des Endosperms, die aus dünnwandigen, parenchymatischen und mit Stärke gefüllten Zellen bestehen.

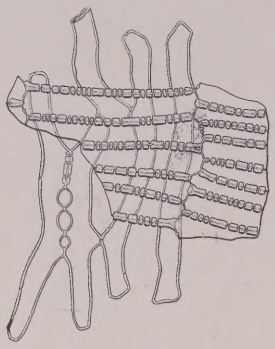


Abb. 17. Querzellen des Weizens mit darunter verlaufenden Schlauchzellen in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Flächenschnitte zeigen Fruchtwandbestandteile, Samenschale und Aleuronschicht so, wie sie meist bei der Untersuchung von Mehl und Kleie sichtbar sind. Die außen gelegenen Längszellen zeigen sich als deutlich gestreckte Zellen, deren Wände beim Weizen stark verdickt und deutlich getüpfelt sind (Abb. 15); die Verdickungen sind im Profil eckig. Die Längszellen des Roggens (Abb. 16) sind schlanker, dünnwandig, undeutlich getüpfelt, die Verdickungen sind im Profil gerundet, so daß perlschnurartige Bilder zustande kommen.

Die senkrecht zu den Längszellen verlaufenden Querzellen unterscheiden sich von diesen dadurch, daß die kurzen Endwände in Reihen angeordnet sind. Die Querzellen sind diagnostisch sehr wichtig, da sie bei Weizen und Roggen verschieden gebaut sind. Die Querzellen des Weizens sind dickwandig und stark getüpfelt, die Enden der Querzellen sind meist dünn und dachig zugespitzt. Die Querzellen des Roggens sind dünnwandig und perlschnurartig verdickt, ihre Enden dagegen stark verdickt und abgerundet.

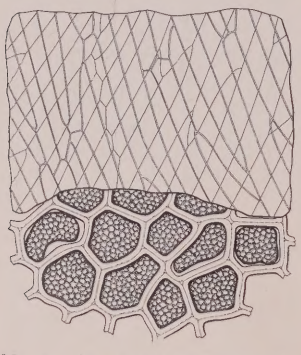


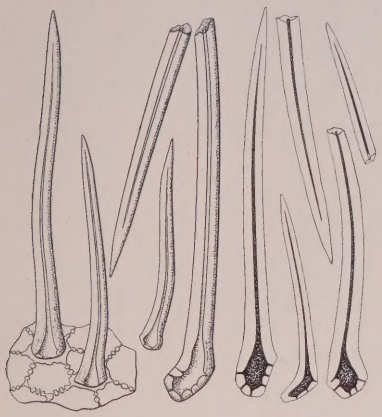
Abb. 18. Samenschale und Aleuronschicht des Weizenkornes in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die unter den Querzellen liegenden Schlauchzellen (Abb. 17) sind nicht immer gut sichtbar und haben keinen diagnostischen Wert; das letztere gilt auch für die Samenschale, die aus zwei sich kreuzenden Lagen gestreckter und sehr dünnwandiger Zellen besteht (Abb. 18). Die Bestandteile der unter der Samenschale liegenden hyalinen Nucellarrestschicht treten auf Flächenschnitten überhaupt nicht hervor, während die als Aleuronschicht ausgebildete äußerste Endospermschicht stets deutlich zu sehen ist (Abb. 18); ihre ziemlich dickwandigen ungetüpfelten Zellen haben eine sehr regelmäßig polygonale Form, sind aber bei Weizen und Roggen so ähnlich gestaltet, daß eine Unterscheidung nicht möglich ist.

Die diagnostisch wichtigen Teile liegen also in den Längs- und Querzellen der Fruchtschale; die Unterscheidung von Weizen und Roggen wird weiter dadurch erleichtert, daß die Haare der Fruchtwand und die Stärkekörner des Endosperms wesentliche Unterschiede zwischen Weizen und Roggen aufweisen.

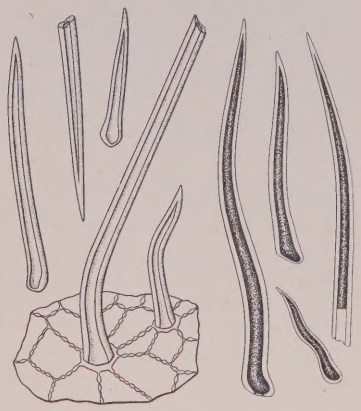
Weizen- und Roggenkörner tragen an ihrem oberen abgestumpften Ende reichlich einzellige Haare, die in Mahlprodukten ebenfalls meist nachzuweisen sind. Die Haare des Weizenkornes (Abb. 19) sind stark verdickt, kegelförmig, gerade oder leicht gekrümmt; die Membrandicke ist im allgemeinen mächtiger als die Weite des Zellumens.

Die Haare des Roggens (Abb. 20) ähneln in der äußeren Gestalt den Weizenhaaren, sie sind jedoch oft länger und weichen von diesen vor allem dadurch ab, daß die Zellwand meist schmaler ist als das Zellumen.



In Wasser In Nelkenöl

Abb. 19. Haare des Weizenkornes. Vergr. 200fach.



In Wasser In Nelkenöl

Abb. 20. Haare des Roggenkornes. Vergr. 200fach.

Die Unterschiede zwischen Weizen- und Roggenhaaren treten in Nelkenölpräparaten besonders deutlich hervor. Werden die abgeschabten Haare der Kornspitzen trocken in Nelkenöl überführt, so zeigt sich das mit Luft gefüllte Zellumen bei Weizenhaaren als ein dünner schwarzer Strich, bei Roggenhaaren dagegen als ein wesentlich breiteres, dunkles, röhrenartiges Gebilde (siehe Abb. 19 und 20 rechte Hälfte). Die äußeren Zellkonturen treten in Nelkenöl nur sehr zart hervor.

Die Stärkekörner des Weizen- und Roggenkornes stimmen darin überein, daß stets sowohl große wie auch ungleich kleinere Körner vorhanden sind. Die größeren Stärkekörner besitzen, wie man sich durch Bewegen des Deckgläschens leicht überzeugen kann, keine kugelige, sondern eine linsenförmige Gestalt. Unter den kleinen Stärkekörnern kommen vereinzelt auch zusammengesetzte vor.

Die Unterschiede zwischen Weizen- und Roggenstärke liegen in folgendem: beim Weizen (Abb. 21) finden wir keine oder nur sehr wenig Übergänge zwischen Groß- und Kleinkörnern, während beim Roggen (Abb. 22) die Großkörner mit den Kleinkörnern durch alle Übergangsstadien verbunden sind. Die Großkörner des Weizens sind bis

40 μ, die des Roggens bis über 50 μ groß. Die Großkörner des Weizens haben im allgemeinen keine zentralen Hohlräume, die des Roggens sind meist oder doch häufig mit einem kreuz- bis sternförmigen Spalt versehen; auch ist bei den Stärkekörnern des Roggens häufiger als beim Weizen eine feine konzentrische Schichtung zu erkennen.

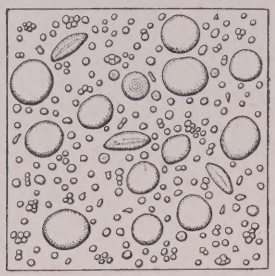


Abb. 21. Weizenstärke. Vergr. 200fach.

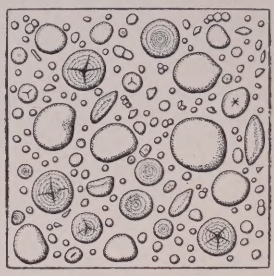


Abb. 22. Roggenstärke. Vergr. 200fach.

Zwischen den Stärkekörnern befinden sich in den Endospermzellen des Weizens kleine, aus eiweißartigen Substanzen bestehende Körner, die man als Kleberkörner bezeichnet; von Menge und Art des Klebers hängt die Backfähigkeit eines Mehles ab. Wird etwas Weizenmehl in Wasser unter dem Deckgläschen hin und hergerieben, so vereinigen sich die Kleberkörner zu zähen, strangartigen Eiweißmassen, die sich in Jodlösung gelbbraun färben. Das Endosperm des Roggens und das daraus gewonnene Mehl zeigen solche Kleberkörner nicht oder nur wenig.

Weizen- und Roggenmehl.

Die Untersuchung des Mehles erfolgt in Wasser-, Jod- und Chloralhydratpräparaten, von denen die beiden ersten zum Nachweis der Stärke und der Kleberbestandteile, die letzten zum Erkennen von Gewebefragmenten notwendig sind.

Die Unterscheidung von Weizen- und Roggenstärke macht keine Schwierigkeiten, soweit es sich um reines Weizen- oder reines Roggenmehl handelt, da die charakteristischen Großkörner der Roggenstärke in der Weizenstärke fehlen. Aus dem gleichen Grunde ist es verhältnismäßig einfach, Roggenstärke im Weizenmehl zu erkennen. Dagegen ist es meist nicht möglich, eine Beimengung von Weizenstärke zu Roggenmehl ausschließlich an den Stärkekörnern selbst nachzuweisen, weil die Großkörner der Weizenstärke von mittelgroßen Stärkekörnern des Roggens kaum unterschieden werden können.

Weiter läßt sich der Gehalt an Kleberkörnern, der für Weizenmehl charakteristisch ist, zur Unterscheidung desselben von Roggenmehl verwenden; vor allem aber müssen die diagnostisch wichtigen Fruchtschalenelemente, also Längs- und Querzellen sowie die Haare, zur Untersuchung mit herangezogen werden. Allerdings sind diese Elemente in feinen Mehlen nur in geringem Maße vorhanden; jedoch gelingt es stets, auch in den feinsten Mehlen durch die Bodensatz- oder die Schaumprobe (S. 10 u. 11) die Fruchtschalenelemente genügend stark anzureichern, um dann durch Untersuchung des Bodensatzes bzw. des Schaumes die Frage, ob es sich um Weizen-

oder Roggenmehl handelt, an den gefundenen Schalenelementen eindeutig zu beantworten. Die Untersuchung der Rückstände bei der Bodensatzprobe erfolgt zweckmäßig in Chloralhydrat. Wird statt der Bodensatzprobe die Schaumprobe verwendet, so kommen neben Chloralhydratpräparaten auch solche in Nelkenöl in Frage, welche vor allem die mit strichförmigem dunklen Lumen versehenen Weizenhaare deutlich von den weitlumigen Roggenhaaren unterscheiden lassen.

Die Unterscheidung von Weizen- und Roggenmehl gründet sich also auf folgende Merkmale:

Weizenmehl	Roggenmehl
Stärkekörner bis 40 μ groß, meist ohne zentrale Hohlräume und ohne Übergänge zwischen Groß- und Kleinkörnern.	Stärkekörner bis über 50 μ groß, meist mit Kernspalten und reichlichen Übergängen zwischen Groß- und Kleinkörnern.
Mehl kleberreich.	Mehl kleberarm.
Längszellen ziemlich derbwandig, mit eckigen Verdickungen, stark getüpfelt.	Längszellen schmaler, dünnwandiger, perlschnurartig verdickt, undeutlich getüpfelt.
Querzellen derbwandig, stark getüpfelt, die Enden dünnwandig und dachig zugespitzt.	Querzellen dünnwandiger, perlschnurartig verdickt, die Enden stark verdickt und gerundet.
Haare relativ dickwandig; das Zelllumen der Haare meist wesentlich kleiner als die Zellwand.	Haare verhältnismäßig dünnwandig; das Zellumen breiter als die Wanddicke.

Auf die im Weizen- und Roggenmehl vorkommenden Verunreinigungen und sonstigen Beimischungen wird später (S. 46 u. 65) eingegangen werden; an dieser Stelle sei nur darauf hingewiesen, daß die gleichen Präparate, die zur Bestimmung der Mehlart dienen, auch für das Erkennen von Verunreinigungen meist ausreichend sind.

Abb. 23. Großkörner der Weizenstärke in verschiedenen Stadien der Korrosion. Vergr. 200fach.

Mehl, das aus angekeimten oder infolge feuchter Erntewitterung auf dem Halm ausgewachsenen Getreidekörnern hergestellt ist, läßt sich an den Veränderungen der Stärkekörner eindeutig als solches erkennen. Die Stärkekörner sind durch Einwirkung der Diastase korrodiert, wobei sich vom Rande her Kanäle einfressen, die das ganze Stärkekorn aushöhlen. zum Zerfall bringen und schließlich völlig auflösen (Abb. 23). Nicht zu verwechseln mit korrodierten Stärkekörnern sind solche, die durch unvorsichtige Behandlung des Präparates, insbesondere durch zu starkes Aufdrücken des Deckgläschens gequetscht sind; diese zeigen strahlige Sprünge und sonstige linienförmige Risse.

Weizen- und Roggenkleie.

Die bei der Herstellung von Mahlprodukten abfallenden Teile der Getreidekörner finden im allgemeinen als Tierfutter Verwendung und werden als Kleie bezeichnet. Die Kleie enthält daher vor allem die Bestandteile der Frucht- und Samenschale, sowie die Aleuronschicht und

geringe Mengen stärkehaltiger Endospermzellen, außerdem vor allem noch Fragmente des Embryos, der beim Mahlprozeß ebenfalls entfernt wird.

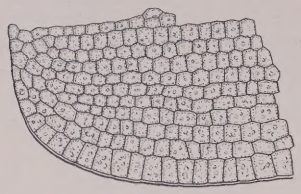


Abb. 24. Bruchstück aus dem Embryo des Weizenkornes. Vergr. 200fach.

Die mikroskopische Untersuchung der Kleie ist wesentlich einfacher als die des Mehles, da alle charakteristischen Kornbestandteile, wie Haare, Längs- und Querzellen, reichlich vorhanden sind. Bestandteile des Keimlings sind als kleinzellige Gewebefragmente zu erkennen (Abb. 24), die eiweißartige Bestandteile und etwas Öl enthalten.

Außer als Futtermittel findet Kleie auch zur Verfälschung von Gewürzpulvern Verwendung. Weiter hat man versucht, die verhältnismäßig nährstoffreichen und in großen Mengen beim Mahlprozeß abfallenden Keimlinge zur Herstellung von Suppenpulvern zu benutzen, die unter verschiedenen Namen, wie „Morgentrank" u. dgl., im Handel sind. Die mikroskopische Prüfung zeigt hier vor allem die schon geschilderten kleinzelligen Gewebe des Keimlings, außerdem Reste der sonstigen Kleiebestandteile.

Der Spelz und andere Triticum-Arten.

Neben dem gemeinen Weizen (*Triticum sativum vulgare* = *Triticum vulgare* Vill.) liefern auch andere *Triticum*-Arten bzw. Unterarten von *Triticum sativum* Weizenmahlprodukte. Es sind das die folgenden:

Triticum monococcum L. (Einkorn),
„ *sativum Spelta* = *Tr. Spelta* L. (Spelz oder Spelt),
„ „ *dicoccum* Schrank (Emmer),
„ „ *compactum* = *Tr. compactum* Host. (Binkelweizen),
„ „ *turgidum* = *Tr. durum* L. (Englischer Weizen),
„ „ *durum* = *Tr. durum* Desf. (Hartweizen),
„ *polonicum* L. (Polnischer Weizen).

Der anatomische Bau dieser *Triticum*-Arten unterscheidet sich meist nur unbedeutend von dem des gemeinen Weizens; immerhin können bestimmte Merkmale deutlicher oder auch weniger scharf ausgeprägt sein als bei diesem.

Abb. 25. Spelz. Links ganzes Ährchen, rechts von den Spelzen befreites Korn. Vergr. 2fach.

Als Beispiel schwach abweichenden Verhaltens sei der Spelz oder Spelt, *Triticum sativum Spelta*, erwähnt, der heute noch in Süddeutschland und der Schweiz häufig angebaut wird. Der Spelz unterscheidet sich ebenso wie der Emmer von den übrigen Unterarten von *Triticum sativum* dadurch, daß die Ährenspindel zerbrechlich ist, und daß die Körner beim Dreschen nicht aus den Spelzen herausfallen (Abb. 25). Da die Spelzen das Korn dauernd schützend umhüllen — sie müssen vor dem Mahlen künstlich entfernt werden —, weisen die äußeren Schichten des Kornes einen verhältnismäßig zarten Bau auf. Längs- und Querzellen der Fruchtwand (Abb. 26) sind schwächer entwickelt und weniger stark verdickt als beim gemeinen Weizen. Die Haare des Spelzkornes sind aber länger und oft noch dickwandiger als beim Weizen. Die Stärkekörner (Abb. 27) wiederum sind kleiner als bei *Triticum sativum vulgare*; die Großkörner des Spelzes haben

selten über 30 μ Größe; sie sind ferner nicht so regelmäßig scheibenförmig, sondern ähnlich der Gerstenstärke (S. 34) oft gebuckelt oder nierenförmig. Der Roggenstärke ähnelt die Spelzstärke insoweit, als sie im Gegensatz zum gemeinen Weizen ebenfalls oft Schichtung und zuweilen auch Kernspalten aufweist. Unter den Kleinkörnern sind unregelmäßig gespitzte oder schwach gekantete verhältnismäßig häufig.

Die Tatsache, daß nicht alle *Triticum*-Arten genau gleichen anatomischen Bau aufweisen, bringt es mit sich, daß die im obigen für den gemeinen Weizen geschilderten Bauverhältnisse als Einzelmerkmale nicht immer absoluten Wert haben, so daß insbesondere bei der Beurteilung der Frage, ob

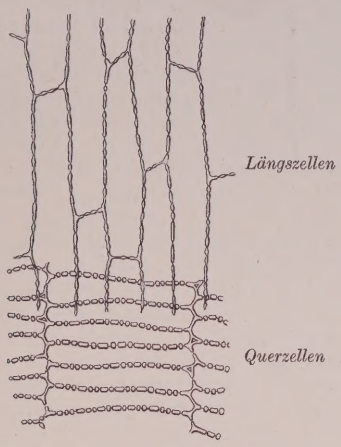


Abb. 26. Längs- und Querzellen des Spelzes in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Abb. 27. Stärkekörner des Spelzes. Vergr. 200fach.

Weizenmehl durch Roggenmehl verfälscht ist, Vorsicht geboten und die vollständige Heranziehung aller erwähnten Unterscheidungsmerkmale notwendig ist. Zu berücksichtigen ist hierbei weiter, daß unsere Mühlen zur Verbesserung der Backfähigkeit unserer eigenen Weizenernte vielfach fremde Weizenherkünfte besonders hohen Klebergehaltes mit vermahlen, die meist nicht *Triticum sativum vulgare* sind, sondern anderen *Triticum*-Arten angehören oder auch Bastarde zwischen verschiedenen Unterformen von *Triticum* darstellen.

Gerste.

Herkunft, äußerer Bau und Verwendung.

Die jetzigen Kulturformen der Gerste stammen von Wildformen ab, deren Heimat in Kleinasien und am Kaukasus zu suchen ist; je nach der Zahl der Reihen oder Zeilen, in denen die Körner in der Gerstenähre angeordnet sind, unterscheiden wir zwischen sechszeiliger Gerste (*Hordeum sativum hexastichum*), vierzeiliger Gerste (*H. sativum vulgare*) und zweizeiliger Gerste (*H. sativum distichum*).

Abb. 28. Gerste. Links Ansicht von der Rückenseite, rechts Ansicht von der Bauchseite. Vergr. 2fach.

Die Form der bespelzten Körner ist spindelartig, die Bauchseite stärker gewölbt und mit einer Längsfurche versehen (Abb. 28). Bis auf ganz

vereinzelte Ausnahmen, die hier nicht berücksichtigt zu werden brauchen, bleiben sämtliche Gerstenfrüchte dauernd von den Spelzen, die mit den äußeren Fruchtwandschichten verklebt sind, umschlossen; und zwar wird die Bauchseite von der Vorspelze bedeckt, die Rückenseite von der Deckspelze eingehüllt, deren früher vorhandene Granne während der Ernte oder des Drusches abgebrochen ist.

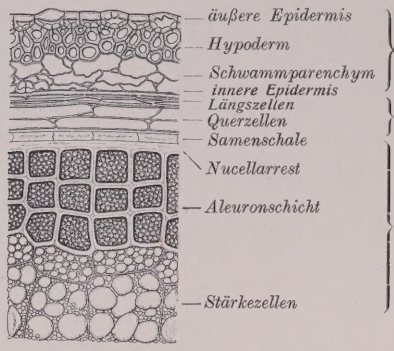


Abb. 29. Querschnitt durch die äußeren Schichten des Gerstenkornes. Vergr. 200fach.

Die Gerste stellt wegen der Kürze ihrer Vegetationsdauer die Brotfrucht nördlicher Gegenden dar; aber auch bei uns dient sie in Form von geschälter Gerste oder Graupen, von Gerstengrütze, d. h. geschälten und gebrochenen Körnern, und von Gerstenmehl der menschlichen Ernährung. In noch größerem Umfange findet sie zur Malzbereitung und zu Brauereizwecken Verwendung, weiter auch als tierisches Futtermittel, hier meist in grob gemahlenem Zustande als Gerstenschrot.

Abb. 30. Oberhautzellen und Hypodermfasern der Gerstenspelze in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Der anatomische Bau des Gerstenkornes.

Die Untersuchung erfolgt wiederum zunächst an Querschnitten, dann an Flächenschnitten. Zur Anfertigung guter Schnitte empfiehlt sich vorheriges Einlegen der Körner in Wasser und Übertragen in Alkohol-Glyzerin; Flächenschnitte durch die Fruchtwand werden zweckmäßig an Körnern vorgenommen, deren Spelzen nach vorhergehendem Kochen in Wasser oder schwacher Lauge abgezogen sind.

Querschnitte zeigen das in Abb. 29 wiedergegebene Bild und lassen von außen nach innen Spelze, Fruchtwand, Samenschale, Nucellarrest, eine mehrfache Aleuronschicht und Stärke-erfüllte Endospermzellen erkennen. Die entsprechenden Flächenschnitte der Spelzen sind in Abb. 30 und 31, die der Fruchtwand und Aleuronschicht in Abb. 32 wiedergegeben.

Die Spelze läßt von außen nach innen folgende Schichten erkennen:

1. Die äußere Epidermis aus verhältnismäßig derbwandigen Zellen. Flächenschnitte zeigen, daß die in Reihen gestellten Epidermis-

zellen aus Lang- und Kurzzellen bestehen. Die ersten haben stark und eng gewundene Wände, deren gleichmäßiger Bau und starke Wandverdickung besonders auffallen. Zwischen den Langzellen sind Kurzzellen eingeschaltet, die meist paarweis angeordnet sind, indem eine rundlich-ovale Zelle, die nach außen oft in ein kurzes konisches Haar verlängert ist, von einer mondsichelförmigen Zelle halb umfaßt wird; außerdem kommen größere runde Kurzzellen mit gefalteten Membranen vor.

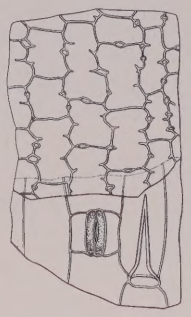


Abb. 31. Schwammparenchym und innere Epidermis der Gerstenspelze in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

2. Ein mehrschichtiges Hypoderm aus schmalen langgestreckten, mittelstark verdickten Faserzellen mit schräg gestellten Spaltentüpfeln.
3. Ein mehrschichtiges Schwammparenchym mit gefalteten Wänden und rundlich-elliptischen Interzellularen.
4. Die innere Epidermis aus reihenförmig angeordneten dünnwandigen gestreckten Zellen, zwischen denen Spaltöffnungen mit linealen Schließzellen auftreten. Außerdem entspringen aus der inneren Epidermis verhältnismäßig derbe Haare mit verbreiterter Basis.

Die Fruchtwand (Abb. 32) ist bei der Gerste im Hinblick darauf, daß die Spelzen den äußeren Schutz des Kornes übernommen haben, ungleich schwächer entwickelt und aus wesentlich zartwandigeren Zellen zusammengesetzt als bei Weizen und Roggen; jedoch haben wir grundsätzlich die gleichen Bauverhältnisse, indem die Fruchtwand wiederum Längs-, Quer- und Schlauchzellen aufweist. Wir unterscheiden also:

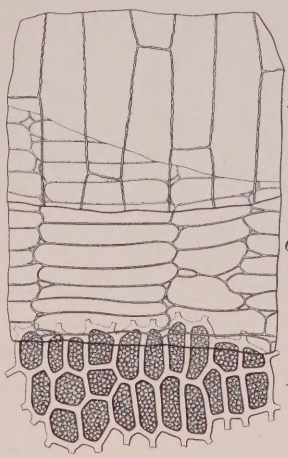


Abb. 32. Längszellen, Querzellen und Aleuronzellen der Gerstenfrucht im Flächenschnitt. Vergr. 200fach.

1. Außen liegende Längszellen, die in der Längsrichtung des Kornes gestreckt sind; die Zellen sind dünnwandig mit undeutlich getüpfelten Membranen. Auch die am Scheitel der Frucht aus den Epidermiszellen hervorgehenden Haare sind dünnwandig.
2. Zu den Längszellen senkrecht verlaufende Querzellen, die sich von denen des Weizens und Roggens deutlich unterscheiden: sie

bilden eine doppelte Schicht, sind dünnwandig, ungetüpfelt und haben an den reihenförmig angeordneten Enden verhältnismäßig große Interzellularen. Außer den Zellreihen aus gestreckten Zellen kommen auch solche aus fast quadratischen Elementen vor.

3. Die innerste Schicht der Fruchtwand aus Schlauchzellen, die aber meist nicht deutlich erkennbar sind.

Innerhalb der Fruchtwand liegt die feine farblose Samenschale und daran anschließend der hyaline Nucellarrest.

Abb. 33. Gerstenstärke. Vergr. 200fach.

Dann folgt das Endosperm, das sich von demjenigen des Weizens und Roggens dadurch unterscheidet, daß die Aleuronschicht aus mehreren, im allgemeinen drei Zellreihen besteht, was sich nicht nur auf Querschnitten (Abb. 29) zeigt, sondern durch Heben und Senken des Tubus auch in Flächenansichten leicht nachzuweisen ist. Die inneren stärkehaltigen Endospermzellen weisen keine besonderen Merkmale auf.

Die Stärke der Gerste (Abb. 33) besteht aus Groß- und Kleinkörnern, die nur durch wenig Übergänge miteinander verbunden sind. Die Großkörner überschreiten selten 30 μ; charakteristisch sind gebuckelte und nierenförmige Körner. Schichtung und Kernspalten sind nur selten und vor allem in Flächenansichten der im Querschnitt linsenförmigen Großkörner zu sehen. Die Kleinkörner sind meist winzig; zwischen den Stärkekörnern befinden sich ähnlich wie beim Weizen Klebermassen.

Mahlprodukte der Gerste.

Die Untersuchung der Mahlprodukte gestaltet sich dadurch einfach, daß die Form der Stärkekörner sehr typisch ist, und daß Elemente der Fruchtwand und der mehrfachen Aleuronschicht, meist auch Fragmente der Spelzen regelmäßig anzutreffen sind. Bei der Prüfung von Mehlen genügt es daher im allgemeinen, eine kleine Probe des Mehles in Wasser zu verreiben und mikroskopisch zu untersuchen. Bei gröberen Mahlprodukten wie Graupen müssen die Außenschichten abgekratzt und geprüft werden, weil hier meist noch die charakteristischen Elemente der Spelzen und Fruchtwand vorhanden sind.

Bei Beurteilung der Epidermiszellen der Spelzen ist zu berücksichtigen, daß die Spelzen anderer Gräser ebenfalls gewellte Oberhautzellen besitzen, so daß auf die besonderen Merkmale der Gerstenspelzen geachtet werden muß.

Hafer.

Der Hafer (*Avena sativa* L., Fam. *Gramineae*), dessen Heimat wahrscheinlich Vorderasien ist, dient bei uns in Form von Haferflocken, Hafergrütze und Hafermehl der menschlichen Ernährung, während er in nördlichen Gebieten eine Brotfrucht darstellt.

Die Haferkörner (Abb. 34) sind bespelzte Früchte, deren Spelzen aber nicht wie bei der Gerste mit dem Korn verwachsen sind. Daher ist eine mechanische Entfernung der für die Ernährung wertlosen Spelzen

leicht möglich; unsere ganzen Hafernährmittel sind aus geschälten, d. h. der Spelzen beraubten Körnern hergestellt.

Abb. 34. Hafer. Links nicht entspelztes, rechts entspelztes Korn. Oben Ansicht von der Rückenseite, unten Ansicht von der Bauchseite. Vergr. 2fach.

Die Form des Haferkorns ist auffallend schlank (Abb. 34); durch Auseinanderspreizen der derben Deckspelze und der zarten Vorspelze läßt sich das eingeschlossene Korn leicht herauspräparieren, das im Gegensatz zu den bisher behandelten Getreidearten auf seiner ganzen Oberfläche von langen Haaren bedeckt ist.

Um Spelzen und Schalenbestandteile des Hafers kennen zu lernen, genügen Flächenschnitte durch die Außen- und Innenseite der Spelze, sowie durch die Außenschichten des aus den Spelzen herauspräparierten Kornes.

Bau der Deckspelze. Die äußere Epidermis (Abb. 35) wird wie bei der Gerstenspelze durch Lang- und Kurzzellen gebildet. Die Langzellen haben stark gefaltete und gezackte Membranen, wobei die Enden der Zacken knopfförmig verbreitert sind. Die Kurzzellen liegen entweder einzeln oder es sind jeweils eine rundliche und eine halbmondförmige Zelle paarweise angeordnet.

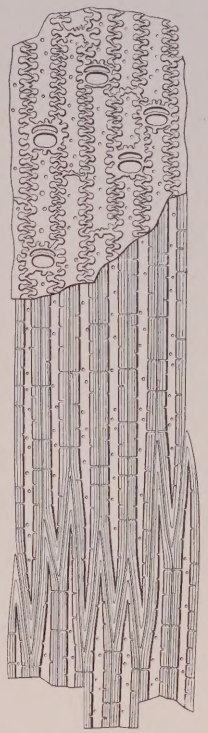


Abb. 35. Oberhautzellen und Hypodermfasern von der Außenseite der Haferdeckspelze in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

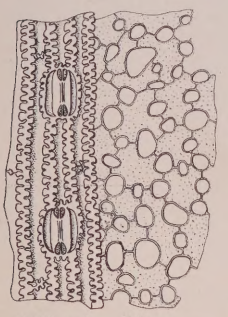


Abb. 36. Haferspelze, Flächenansicht der inneren Oberhaut und des darunter liegenden Schwammparenchyms. Vergr. 200fach.

Unterhalb der Epidermis liegt ein mehrschichtiges Hypoderm aus derben Faserzellen, die wesentlich länger und mächtiger ausgebildet sind als bei der Gerste. Das unterhalb der Faserschicht liegende Gewebe ist ein sternförmiges Schwammparenchym, an das sich die innere Epidermis der Spelze anschließt (Abb. 36). Die innere Oberhaut besteht aus gewelltwandigen, gestreckten Zellen mit eingestreuten Spaltöffnungen.

Bau der Vorspelze. Die Vorspelze zeigt die gleichen allgemeinen Bauverhältnisse wie die ungleich derbere Deckspelze, nur sind sämtliche

Elemente, vor allem das Hypoderm, dünnwandiger und zarter. Die äußere Epidermis weist außerdem Spaltöffnungen und am Rande zugespitzte Haare mit verbreiterter Basis auf.

Bau der Fruchtwand. Die Fruchtwand zeigt Längs-, Quer- und Schlauchzellen, von denen meist nur die ersten deutlich zu erkennen sind. Die Kenntnis der Oberhautelemente (Abb. 37) genügt auch stets für den Nachweis von Fruchtschalenelementen; die Zellen sind ziemlich dünnwandig, schwach getüpfelt und langgestreckt, meist gruppenweise an den Ansatzstellen der über die ganze Oberfläche verteilten Haare zusammengezogen. Die oft paarweis angeordneten Haare sind stark verdickt und sehr charakteristisch (Abb. 38); sie sind weit länger als diejenigen der bereits besprochenen Getreidearten und erreichen mehr als 2 mm; ihre größte Breite haben sie etwa in der Mitte, während der Fuß schmaler ist.

Auf der Fruchtwand sieht man häufig feines farbloses Pilzmycel verlaufen; dasselbe ist aus Haferflugbrandsporen (*Ustilago avenae* Jens.) hervorgegangen, die während der Blüte zwischen Spelzen und Korn gelangt und hier ausgekeimt sind (Abb. 37).

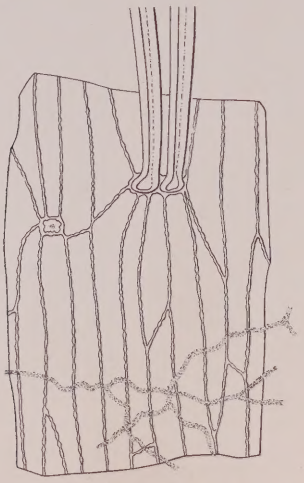


Abb. 37. Längszellen der Haferfrucht mit Haaransatzstellen und Mycel des Haferflugbrandes (untere Hälfte). Vergr. 200fach.

Abb. 38. Haar der Haferfrucht. Vergr. 200fach.

Bau des Samens. Samenschale und Nucellarrest sind dünn, farblos und diagnostisch wertlos. Die darunter liegende Aleuronschicht ist einfach und verhältnismäßig dünnwandig. Die übrigen Zellen des Endosperms sind als Stärkezellen ausgebildet; neben Stärke enthalten sie eiweißartige Substanzen unregelmäßiger Form.

Haferstärke. Die Stärke des Haferkorns besteht in der Hauptsache aus zusammengesetzten Stärkekörnern (Abb. 39). Der Durchmesser der

oft aus mehreren hundert polyedrischen Teilkörnern aufgebauten kugeligeiförmigen Großkörner erreicht 50 μ und mehr, während daneben kleinere zusammengesetzte Körner bis zu nur aus 3 und 2 Teilkörnern bestehenden Drillingen und Zwillingen zu beobachten sind. Im Hafermehl sind die hochzusammengesetzten Körner oft in ihre Teilkörner zerfallen; diese Teilkörner, deren Größe um 7 μ schwankt, erscheinen polyedrisch mit unscharfen Kanten.

Neben den zusammengesetzten Körnern finden sich im Hafermehl reichlich einzelne Körner, deren Form für die Unterscheidung von Hafer- und Reismehl besonders wichtig ist. Die Einzelkörner füllen die zwischen den hochzusammengesetzten Körnern vorhandenen Zwischenräume aus und verraten diesen Charakter als Füllstärke auch durch ihre Form. Neben kugeligen oder gerundeten Formen überwiegen spindel- und tränenförmige, deren Längsdurchmesser bis 15 μ und mehr betragen kann; insbesondere die spindelförmigen Körner sind für Haferstärke sehr charakteristisch.

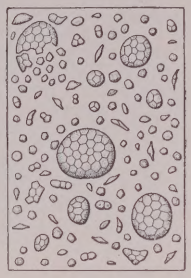


Abb. 39. Haferstärke. Vergr. 200fach.

Der mikroskopische Nachweis von Mahlprodukten des Hafers ist sehr einfach. Die Stärkekörner sind nicht zu verkennen, auch wenn sie, was bei einigen Hafererzeugnissen der Fall ist, etwas verquollen sind; vor allem sind die großen Haare und die Längszellen der Fruchtwand mit den Ansatzstellen der Haare stets reichlich anzutreffen, meist auch noch Reste der Spelzen mit den charakteristischen Epidermiszellen und sonstigen typischen Gewebeelementen.

Mais.

Der Mais (*Zea Mays* L., Fam. Gramineae) ist amerikanischen Ursprungs, wird aber heute in allen gemäßigten und wärmeren Ländern in den verschiedensten Spielarten angebaut. Die einzelnen Varietäten unterscheiden sich nicht nur durch ihre verschiedenartigen Ansprüche an Klima und Kulturbedingungen, sondern auch durch Form, Farbe und sonstige Beschaffenheit ihrer Körner (Abb. 40).

Unreife Maiskörner werden in wärmeren Ländern gekocht oder geröstet viel genossen. Weit allgemeiner und wichtiger ist die Verwendung der aus reifen Körnern hergestellten Mahlprodukte zu Nahrungszwecken. Geschrotete Maiskörner liefern Maisgrieß oder Polenta; aus vorher geschälten Maiskörnern wird Maismehl oder Maisstärke gewonnen, die oft unter besonderen Namen, wie Maizena oder Mondamin, im Handel ist. Zu Backzwecken ist Maismehl wegen des fehlenden Klebergehaltes nicht geeignet.

Abb. 40. Verschiedene Formen von Maiskörnern. Nat. Größe.

Maiskörner weisen trotz ihres abweichenden Aussehens die gleichen Bauverhältnisse auf wie die sonstigen Gramineenfrüchte. Querschnitte durch Randteile der Maisfrucht (Abb. 41) zeigen außen eine verhältnismäßig stark entwickelte Fruchtwand, deren äußere Zellagen als Längszellen ausgebildet sind;

daran schließen sich vielfache Lagen stark kollabierter Zellen; die inneren Schichten der Fruchtwand werden durch strangartige Querzellen und darunter verlaufende Schlauchzellen gebildet.

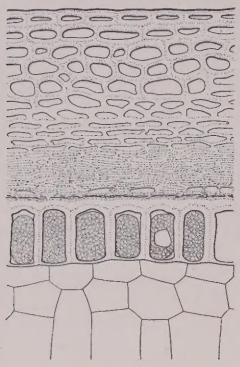


Abb. 41. Querschnitt durch den Randteil eines Maiskorns. Vergr. 200fach.

Abb. 42. Maisstärke. oben: aus dem Hornendosperm. unten: aus dem Mehlendosperm. Vergr. 200fach.

An die Fruchtwand schließen sich Samenschale und Nucellarrest, die beide kaum Einzelheiten erkennen lassen.

Das Innere des Samens wird hauptsächlich aus dem Endosperm gebildet, dessen äußerste Zellage als meist einfache Aleuronschicht entwickelt ist, während alle inneren Zellen reichlich Stärke enthalten. Je nachdem die Stärke sehr eng oder locker gelagert ist, können wir Horn- und Mehlendosperm unterscheiden. Stärkekörner dieser beiden auch mit bloßem Auge

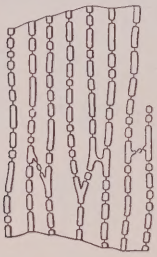


Abb. 43. Längszellen der Fruchtwand des Mais (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

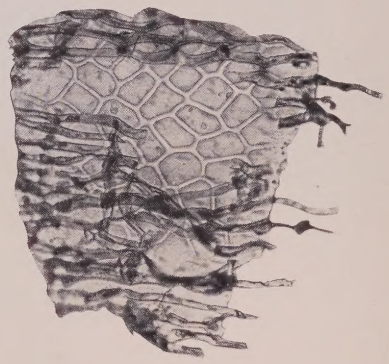


Abb. 44. Aleuronzellen und Schlauchzellen des Mais (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

unterscheidbaren Teile des Nährgewebes sehen verschieden aus (Abb. 42). Die Stärkekörner des Hornendosperms sind kantig-polyedrisch, diejenigen des Mehlendosperms unregelmäßig kuglig. Vor allem die Stärkekörner des Hornendosperms sind durch den Besitz eines strahligen Spaltes oder einer hellen Kernhöhle ausgezeichnet; Schichtung fehlt ganz oder fast ganz. Die Größe schwankt meist zwischen 10 und 22 μ.

In Maisprodukten, die aus ungeschälten Maiskörnern hergestellt sind, finden wir außer den Stärkekörnern bzw. ganzen Endospermzellen, die mit Stärke angefüllt sind, auch die Elemente der Fruchtschale und der Aleuronschicht; die Längszellen der äußeren Fruchtwandschichten (Abb. 43) und die Aleuronzellen mit den darüber verlaufenden Schlauchzellen (Abb. 44) sind meist leicht nachzuweisen.

Auch die Untersuchung von Maisstärkeprodukten, bei denen die eben erwähnten Teile fehlen, stößt auf keine Schwierigkeiten; die Stärkekörner, vor allem diejenigen des Hornendosperms, sind so charakteristisch, daß sie mit anderen Stärkearten, abgesehen von der Sorghum-Stärke (vgl. S. 42), kaum verwechselt werden können. Ebenso ist es leicht, einen etwaigen Zusatz von Maisstärke zu anderen Getreidemehlen an den kantigen polyedrischen Stärkekörnern des Hornendosperms nachzuweisen.

Reis.

Herkunft und Aufbereitung der Handelsware.

Der Reis (*Oryza sativa* L., Fam. Gramineae) stammt wahrscheinlich aus Indien; er ist die wichtigste tropische Getreideart, die in allen heißen Ländern, wo Wasser- und Feuchtigkeitsverhältnisse die Kultur gestatten, in größtem Umfange angebaut wird.

Abb. 45. Reis. 1. intakte Scheinfrucht; 2. geöffnete Scheinfrucht, unten die Spelzen, darüber das intakte Reiskorn; 3. geschältes Reiskorn (Handelsware). Vergr. 2fach.

Die Reisfrucht ist, wie alle Gramineenfrüchte, eine Karyopse, welche bei der Ernte von zwei derben und stark verkieselten Spelzen eingeschlossen ist. Diese Spelzen werden bei der Verarbeitung entfernt; die so frei gewordenen Früchte werden weiter durch Abschleifen der Frucht- und Samenschale, sowie der Aleuronschicht und des Embryos beraubt (Abb. 45), so daß die im Handel erhältlichen Reiskörner (Tafel- oder Kochreis) ganz oder fast ganz aus dem reinen Mehlendosperm bestehen. Auch Reismehl und Reisstärke werden aus vorher geschälten Körnern hergestellt. Die äußeren Schichten der Reisfrucht, welche beim Schälen abfallen und der Handelsware des Reis fehlen, werden als Silberhäutchen bezeichnet. Sie bilden den Hauptbestandteil der Reiskleie, die als Reisfuttermehl zur tierischen Ernährung dient und vereinzelt auch zur Verfälschung von Gewürzen verwendet wird.

Anatomischer Bau.

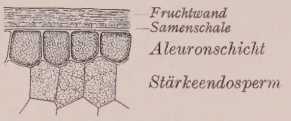


Abb. 46. Querschnitt durch die Außenschichten der Reisfrucht. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch die aus den Spelzen herauspräparierte Reisfrucht lassen die für Gramineenfrüchte charakteristischen Bauverhältnisse erkennen (Abb. 46). Die Fruchtwand besteht aus Längs-, Quer- und Schlauchzellen; alle Elemente sind zartwandig.

Die Samenschale ist nur als feine Linie, der Nucellarrest als dünne farblose Schicht zu erkennen. Die äußerste Zellage des Endosperms ist als meist einfache und verhältnismäßig dünnwandige Aleuronschicht

ausgebildet; alle übrigen Endospermzellen sind sehr zart und mit kleinen Stärkekörnern vollgepfropft.

Flächenschnitte durch die äußeren Kornschichten (das „Silberhäutchen") lassen zarte Längszellen, Quer- und Schlauchzellen, sowie Aleuronzellen deutlich erkennen (Abb. 47).

Die gleichen Bilder liegen bei Untersuchung des sog. Reisfuttermehles vor, das aus den beim Polieren der Reiskörner abfallenden Teilen der Frucht- und Samenschale sowie der Aleuronschicht und den kleinzelligen Keimlingen besteht.

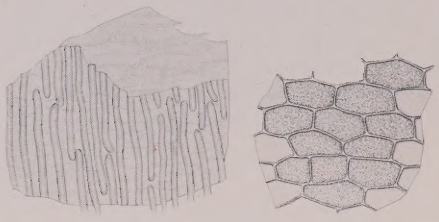


Abb. 47. Fruchtwand (links) und Aleuronschicht (rechts) des Reiskornes (Flächenansichten). Vergr. 200fach.

Reismehl und Reisstärke.

Da die äußeren Schichten des Reiskornes durch Schälen vorher entfernt sind, enthält das Reismehl meist nur unbedeutende Reste der Aleuronschicht und besteht fast ausschließlich aus den zertrümmerten Stärkezellen des Endosperms. Reine Reisstärke enthält überhaupt nur die Stärkekörner und Stärkeklumpen der inneren Endospermzellen.

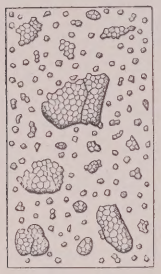


Abb. 48. Reisstärke. Vergr. 200fach.

Die Stärkekörner des Reis (Abb. 48) sind sehr klein und gleichmäßig (meist 4—6 μ groß), polyedrisch und scharfkantig; entweder sind es Einzelkörner, welche als Füllkörner kleine Hohlräume in den Zellen ausfüllen, oder sie sind zu zusammengesetzten Körnern von meist unregelmäßiger Gestalt vereinigt, die aber oft in ihre kleinen Einzelkörner zerfallen sind. Während Reispuder überwiegend aus solchen kleinen Teilkörnchen besteht, sind im Reismehl intakte, zusammengesetzte Stärkekörner, oft auch größere Bruchstücke ganzer Endospermzellen anzutreffen.

Die Unterscheidung des Reismehles vom Hafermehl, dessen zusammengesetzte Stärkekörner ebenfalls aus polyedrischen Teilkörnern gebildet werden, macht dem Anfänger oft Schwierigkeiten, weshalb in der folgenden Zusammenstellung auf die Unterschiede von Reis- und Hafermehl genauer eingegangen sei.

Hafermehl:	Reismehl:
Enthält stets gewisse Kleieteile.	Enthält keine Kleieteile, höchstens unbedeutende Reste der Aleuronschicht.
Wässerige Jodlösung zeigt reichlich Eiweißreste zwischen und an den Stärkekörnern.	Kein Eiweißnachweis durch wässerige Jodlösung.
Stärkekörner:	Stärkekörner:
Zusammengesetzte Stärkekörner, Bruchstücke derselben, Teilkörnchen und Einzelkörner.	Zusammengesetzte Stärkekörner und Teilkörnchen, außerdem größere eckige, glasige Stärkeklumpen entsprechend Teilen der hornartigen Endospermzellen.

Hafermehl:	Reismehl:
Stärkekörner:	Stärkekörner:
Hochzusammengesetzte Stärkekörner regelmäßig kuglig-eiförmig, bis 50 μ groß.	Hochzusammengesetzte Stärkekörner von unregelmäßiger Form, selten kuglig-oval, kleiner als die entsprechenden Haferstärkekörner.
Die Teilkörner der zusammengesetzten Körner um 7 μ groß, kantig, aber nicht ausgesprochen scharfkantig erscheinend.	Die Teilkörner der zusammengesetzten Körner deutlich kleiner, um 5 μ groß, stets scharfkantig, polyedrisch, oft splitterförmig erscheinend.
Die Einzelkörner (Füllkörner) sehr unregelmäßig, teils rundlich, meist spindel- oder tropfenförmig, oft doppelt so groß wie die Teilkörner der zusammengesetzten Körner.	Einzelkörner (Füllkörner) in Form und Größe wie die Teilkörner der zusammengesetzten Körner, also scharfkantig-eckig-polyedrisch oder splitterförmig; keine runden oder spindelförmigen Körner.

Reisspelzen.

Bei der Gewinnung des Reis bleiben die Spelzen als wertlose Abfallprodukte in gewaltigen Mengen zurück; sie finden im allgemeinen überhaupt keine Verwendung, zumal sie wegen der starken Verkieselung ihrer Membranen weder für Mensch noch Tier Nährwert besitzen. Zuweilen werden sie als Packmaterial gebraucht, dienen wohl vereinzelt auch zur Verfälschung von Genußmitteln. Sie sind an dem charakteristischen Bau ihrer Oberhautzellen leicht zu erkennen. Schnitte durch die Spelzen empfehlen sich wegen der schon erwähnten starken Verkieselung der Membranen nicht; es genügt, die Spelzen mit Schulze-schem Mazerationsgemisch zu behandeln und auf dem Objektträger zu zerzupfen; sie zeigen dann das in Abb. 49 wiedergegebene Bild. Die Epidermis wird aus großen breiten, stark gewellten Zellen gebildet, zwischen denen kleine Kurzzellen, daneben solche mit kegelförmigen Haaren liegen. Unter der Epidermis liegt ein derbes, faserförmiges Hypoderm. Die Längswände der Faserzellen weisen oft zackige oder zahnartige Vorsprünge auf und unterscheiden sich dadurch deutlich von den faserartigen Hypodermzellen anderer Gramineenspelzen.

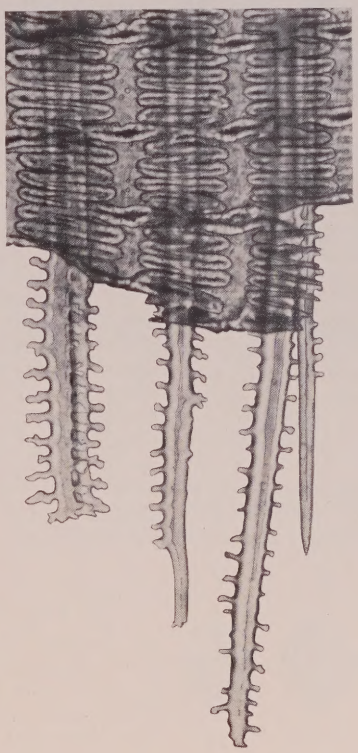


Abb. 49. Reisspelze, äußere Epidermis und Hypoderm (Mazerationspräparat). Vergr. 200fach.

Hirsearten.

In wärmeren Ländern werden verschiedene *Sorghum*-, *Panicum*- und *Setaria*-Arten (Fam. Gramineae) als Getreidepflanzen angebaut; sie werden unter dem Namen Hirse zusammengefaßt.

Mohrenhirse.

Die Mohrenhirse (Abb. 50) stammt von *Andropogon Sorghum* [L] Brot.; ihre wichtigsten Spielarten sind die Besenhirse (*Andropogon Sorghum* var. *technicus* Koern.), die Kaffernhirse, Durrha, Dari oder Kauliang (*Andropogon Sorghum* var. *Durrha*) und die Zuckerhirse (*Andropogon Sorghum* var. *saccharatus* Koern.). Alle Arten liefern stärkehaltige Körner, wenn auch die Besenhirse mehr zur Herstellung von Besen und die Zuckerhirse vor allem zur Zuckergewinnung angebaut werden. Das Hauptanbaugebiet der Besen- und Zuckerhirse war früher China und Afrika und ist heute Nordamerika, während die Durrha eine wichtige Getreidefrucht für Afrika darstellt.

Abb. 50. Sorghum-Hirse. Vergr. 2fach.

Die gelb- bis braunroten Früchte sind nicht nur von Deck- und Vorspelze, sondern auch von den Hüllspelzen eingeschlossen. Alle Spelzen zeigen den für Gramineenspelzen charakteristischen Bau, insbesondere der äußeren Epidermiszellen, die auch hier aus Lang- und Kurzzellen bestehen. Die Langzellen haben wellige Wände, sie wechseln mit paarweis angeordneten Kurzzellen, einer rundlichen und einer diese umschließenden halbmondförmigen Zelle ab. Auch die Bestandteile der Frucht- und Samenschale zeigen den für Gramineenfrüchte typischen Bau; ein Unterschied besteht darin, daß an Stelle des sonst völlig kollabierten Nucellarrestes ein ein- bis wenigreihiges Perisperm ausgebildet ist.

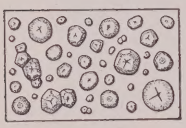


Abb. 51. Stärkekörner der Mohrenhirse. Vergr. 200fach.

Die Stärkezellen des Endosperms sind mit Stärkekörnern vollgepfropft, die eine auffallende Ähnlichkeit mit Maisstärke haben, also polyedrisch und scharfkantig sind, sowie Kernhöhlen und Kernspalten aufweisen (Abb. 51). An Größe übertreffen sie zuweilen die Maisstärkekörner; die größten Stärkekörner der Sorghum-Hirse erreichen fast 30 μ. Da aber Sorghum-Mehl stets Reste der Spelzen, der Samenschale und des Perisperms enthält, läßt es sich sicher von Maismehl unterscheiden.

Rispenhirse.

Abb. 52. Rispenhirse. Links Rückenseite, rechts Bauchseite. Oben nat. Gr., unten Vergr. 5fach.

Als Rispenhirse oder gemeine Hirse werden die Früchte von *Panicum miliaceum* L. bezeichnet, die in Süd- und Ostasien, sowie in Südrußland viel angebaut wird. Die Früchte sind nur wenige Millimeter groß und fast kugelig bis oval (Abb. 52). Die glänzenden, gelblichen bis gelbbraunen Spelzen werden bei der Aufbereitung durch Schälen entfernt; durch weiteres Abschleifen der Außenschichten erhält man Hirsegrütze. Die Stärkekörner sind wie bei der

Sorghum-Hirse polyedrisch, haben ebenfalls Kernhöhlen, unterscheiden sich aber von diesen durch ihre wesentlich geringere Größe (Abb. 53); die durchschnittlichen Maße schwanken zwischen 6 und 10 μ; die kleinsten Körner sind 3, die größten 14 μ groß. Die Stärke ist also kleiner als Maisstärke, aber wesentlich größer als Reisstärke.

Kolbenhirse.

Die Kolbenhirse stammt von *Setaria italica* BEAUV.; ihr Anbaugebiet ist Ost- und Südasien, wo sie eine wichtige Brotfrucht ist. Die sehr kleinen, annähernd kugeligen Körner (Abb. 54) sind von gelbbraunen Spelzen

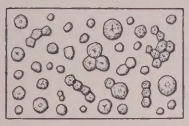


Abb. 53. Stärkekörner der Rispenhirse. Vergr. 200fach.

Abb. 54. Kolbenhirse (*Setaria italica* BEAUV.). Oben nat. Größe, unten Vergr. 5fach.

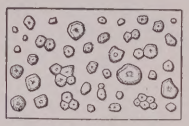


Abb. 55. Stärkekörner der Kolbenhirse. Vergr. 200fach.

mit matter, fein quergerunzelter Oberfläche eingeschlossen. Die Stärkekörner (Abb. 55) sind kaum von denen der Rispenhirse zu unterscheiden. Die Größe beträgt meist 8—13 μ, die Extreme liegen bei 4 und 18 μ.

Eleusine.

Die Früchte von *Eleusine coracana* GAERTN. (Fam. Gramineae) bilden in vielen tropischen Ländern, vor allem in Afrika, aber auch in Indien, China und Japan ein wichtiges Nahrungsmittel und dienen zur Brotbereitung. Sie finden sich auch in anderen tropischen Produkten als zufällige oder absichtliche Beimengungen.

Die Früchte selbst sind kleine graue Kugeln von 1—2 mm Durchmesser und unterscheiden sich von den meisten Gramineenfrüchten dadurch, daß die Fruchtwand nicht mit der Samenschale verwachsen ist (Abb. 56). Da sich die Fruchtwand leicht loslöst, enthält die Handelsware vielfach nur die gelblich-rötlichen bis rotbraunen Samen, die ebenfalls kugelig sind und an der Bauchseite eine kleine grubige Vertiefung zeigen, welche dem Sitz des kleinen Embryos entspricht.

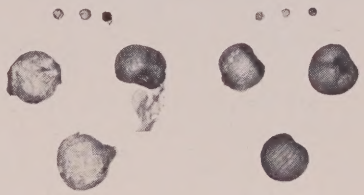


Abb. 56. Früchte und Samen von *Eleusine*. Links Früchte, davon eine aufgeplatzt, den Samen zeigend; rechts Samen. Oben nat. Größe, unten Vergr. 5fach.

Die Fruchtwand wird aus stark kollabierten Zellen gebildet und ist ohne besondere Merkmale. Dagegen ist die Samenschale (Abb. 57) sehr charakteristisch. Die äußere Zellschicht besteht, wie Flächenschnitte zeigen, aus leicht gestreckten, wellig konturierten, hellbraunen Zellen, die mehrere dunkle Kreise enthalten. Diese Kreise sind von oben gesehene stumpfe Papillen, was an den Randteilen der Flächenschnitte meist ohne weiteres zu erkennen ist oder in Querschnitten nachgewiesen werden kann. Unter

dieser äußeren Schicht der Samenschale liegt eine innere, ebenfalls aus braunen und schwach wellig konturierten Zellen bestehende Schicht, die aber nicht gestreckt sind und auch keine dunklen Papillenkreise aufweisen.

Das Endosperm besitzt eine einfache Aleuronschicht und darunter Stärkezellen. Die Stärkekörner (Abb. 58) sind meist zusammengesetzt, wobei hochzusammengesetzte Körner von 15—25 μ Größe mit schwach zusammengesetzten abwechseln, die nur aus zwei oder wenigen Teilkörnern bestehen. Auffallend sind die oft bedeutenden Größenunterschiede der Teilkörner, die

Abb. 57. Samenschale von *Eleusine coracana* in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

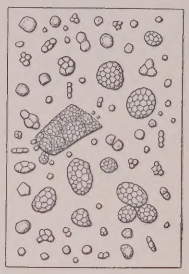


Abb. 58. Stärkekörner von *Eleusine*. Vergr. 200fach.

zwischen 3 und 10 μ schwanken. Die Teilkörner sind meist scharfkantig, doch kommen auch kappenförmige oder halbkugelige Formen vor. Kernspalten fehlen, während eine Kernhöhle oft vorhanden ist.

Buchweizen.

Der Buchweizen (*Fagopyrum esculentum* Moench.) wird meist zu den Getreidearten gerechnet, obwohl er nicht der Familie der Gräser, sondern den Polygonaceen angehört. Er stammt aus Mittelasien und wird heute in allen gemäßigten Ländern angebaut, weil er geringe Ansprüche an den Boden stellt und zudem durch eine kurze Vegetationszeit ausgezeichnet ist. Die Bezeichnung „Buchweizen" verdankt er der Ähnlichkeit seiner Frucht mit Bucheckern; die sonst noch übliche Bezeichnung Heidekorn ist eine Verkümmerung des Wortes „Heidenkorn" und nimmt auf seine in Europa durch Tataren erfolgte Einführung, nicht auf seine Anbaumöglichkeit auf Heideböden Bezug.

Abb. 59. Buchweizen. Links Ansicht, rechts Querschnitt. Vergr. 2fach.

Die Früchte des Buchweizens sind etwa 6 mm lange und halb so breite Nüßchen von dreikantigem Querschnitt und dunkelbrauner Farbe (Abb. 59); die Frucht enthält einen stärkereichen Samen, der mit der Fruchtwand nicht verwachsen ist. Die für den menschlichen Genuß bestimmten Buchweizenprodukte, grobgeschrotete Buchweizengrütze und Buchweizenmehl, sind stets aus geschälten, d. h. der Fruchtschale beraubten Körnern, also aus Buchweizen-

samen, hergestellt; sie enthalten nur Bestandteile des Samens und der Samenschale. Daher braucht auf den Bau der Fruchtwand hier nicht eingegangen zu werden.

Die Samenschale besteht aus folgenden Schichten, zu deren Studium Flächenschnitte genügen (Abb. 60):

Die äußere Epidermis aus leicht gestreckten oder fast quadratischen Zellen mit dünnen welligen Wänden;
Schwammparenchym aus sternförmigen Zellen mit gelbbraunem Zellinhalt;
die innere Epidermis aus langgestreckten, rechteckigen, dünnwandigen Zellen.

Der von der Samenschale eingeschlossene Same besteht zur Hauptsache aus dem weißen Endosperm, in das der stark gekrümmte kleine Embryo eingebettet ist.

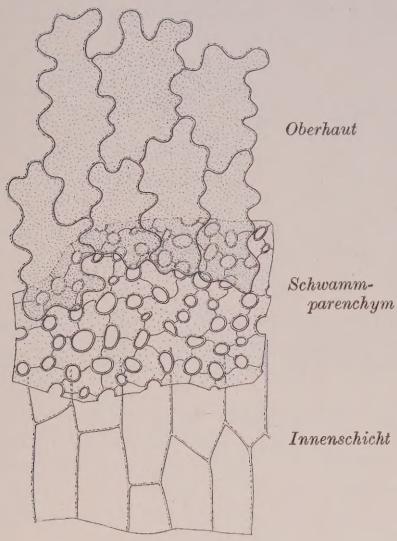


Abb. 60. Samenschale des Buchweizens in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Abb. 61. Aleuronschicht des Buchweizensamens in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Abb. 62. Buchweizenstärke. Vergr. 200fach.

Die äußerste Zellschicht des Endosperms ist als Aleuronschicht (Abb. 61) ausgebildet und enthält keine Stärke; alle anderen Zellen führen als Hauptinhaltsstoff Stärke (Abb. 62). In ähnlicher Weise wie beim Mais können wir zwischen Hornendosperm mit polyedrischen und Mehlendosperm mit rundlichen Stärkekörnern unterscheiden. Im ersten Fall sind die Stärkekörner zu großen Massen verklebt. Der Durchmesser der Einzelkörner schwankt innerhalb weiter Grenzen zwischen 3 und 20 μ. Auffallend sind meist auch stäbchenförmige, oft gekrümmte Aggregate, die aus nur wenigen Einzelkörnern bestehen. Buchweizenmehl ist vor allem dadurch charakterisiert, daß sich oft größere Bruchstücke von Stärkemassen anfinden, die den Endospermzellen oder Teilen derselben entsprechen.

Von Reis- und Hafermehl unterscheidet sich Buchweizenmehl deutlich durch die Stärkekörner, wobei noch erwähnt sei, daß die aus dem Hornendosperm des Buchweizens hervorgegangenen polyedrischen Einzelkörner

nicht so scharfkantig erscheinen wie beim Reis. Vor allem aber enthalten Mahlprodukte des Buchweizens stets reichlich die charakteristischen Elemente der Samenschale, so daß Verwechslungen unmöglich sind.

Reismelde.

Die zur Familie der Chenopodiaceen gehörende Reismelde (*Chenopodium Quinoa* Willd.) wird in den westlichen Gebirgen des mittleren Südamerika wegen ihrer klimatischen Anspruchslosigkeit als Brotfrucht angebaut und ist versuchsweise auch bei uns kultiviert worden.

Die kleinen flachen und fast scheibenförmigen Samen (Abb. 63) sind von gelblicher Farbe; sie haben ein stärkereiches Perisperm, dessen dünnwandige Zellen rundliche bis ovale, hochzusammengesetzte Stärkekörner von 20—50 μ Größe enthalten, die leicht in ihre Teilkörner zerfallen (Abb. 64).

Abb. 63. Reismelde. Oben nat. Größe, unten Vergr. 5fach.

Abb. 64. Stärke der Reismelde. Vergr. 200fach.

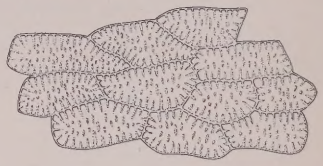


Abb. 65. Samenschalenfragment der Reismelde in Flächenansicht (Oberhautzellen). Vergr. 200fach.

Diese Teilkörner sind außerordentlich klein (unter 1 μ) und so winzig, daß sie starke Brownsche Molekularbewegung zeigen. Im auffallenden Licht (vgl. S. 15) erscheinen Stärkekörner und Stärkeballen als schneeweiße Körper und Punkte.

Reismeldenmehl, das übrigens bei uns kaum im Handel sein dürfte, enthält außerdem stets reichlich Teile der Samenschale. Am meisten charakteristisch, aber wegen ihrer Feinheit bei zu heller Beleuchtung des mikroskopischen Bildes leicht zu übersehen, ist die Oberhaut; sie besteht aus polygonalen Zellen mit leistenförmigen Membranauflagerungen (Abb. 65), die im polarisierten Licht schwach aufleuchten.

Verunreinigungen des Getreides.

Bei der Ernte und während des Drusches gelangen vielfach Unkrautsamen sowie Bruchstücke der Getreidepflanzen, insbesondere Reste der Ähren und Spelzen, in das Getreide; diese Verunreinigungen, deren Trümmer wir bei ungenügender Reinigung des Getreides in den Mahlprodukten wiederfinden, werden in ihrer Gesamtheit als „Ausreuter" bezeichnet. Der Nachweis von Ausreuterbestandteilen ist für die Beurteilung des Getreides und der Mehle in verschiedener Hinsicht von Wichtigkeit. Gute Mehle dürfen fast gar keine Ausreuterbestandteile aufweisen. Das Vorhandensein bestimmter Unkrautsamen im Getreide läßt sich zur Herkunftsbestimmung desselben verwenden, da gewisse Unkräuter für bestimmte Anbaugebiete charakteristisch sind. Besondere Bedeutung hat der Nachweis derjenigen Ausreuterbestandteile, wie Taumellolch und Kornrade, die zu Gesundheitsstörungen führen können; auch der Nachweis des Sklerotiums des Mutterkornpilzes erscheint von diesem Gesichtspunkt aus wichtig.

Das Getreide enthält weiter vielfach Sporen und Myzelreste von pilzlichen Parasiten, wie Brand- und Rostpilzen, die dasselbe auf dem Felde befallen hatten; als nicht parasitäre Pilze können die sogenannten Schwärzepilze auf reifen Getreidepflanzen zur Entwicklung kommen. Auf schlecht gelagertem Getreide oder Mehl pflegen sich Schimmelpilze und tierische Organismen anzusiedeln; ihr Auftreten ist für die Beurteilung der Handelsware und der aus ihr hergestellten Produkte ebenfalls von Bedeutung.

Unkrautsamen.

Taumellolch und andere Gräser.

Die Körner des Taumellolchs (*Lolium temulentum* L.) sind giftig, was auf das Vorhandensein eines Pilzes zurückgeführt wird, dessen Mycel sich zwischen Nucellarrest und Aleuronschicht befindet. Die Körner selbst sind bespelzt und haben die in Abb. 66 wiedergegebene längliche Gestalt.

Abb. 66. Taumellolch. Vergr. 2fach.

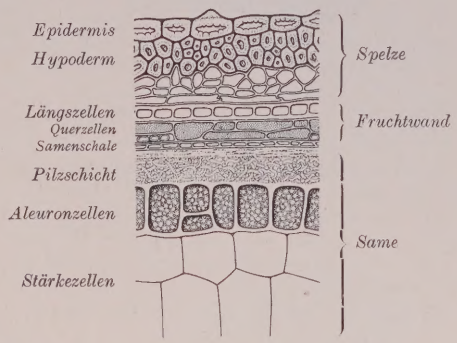


Abb. 67. Querschnitt durch den Randteil des Taumellolchkornes. Vergr. 200fach.

Der Querschnitt durch das Korn (Abb. 67) zeigt von außen nach innen: Spelze, Fruchtwand und Samenschale, Nucellarrest und Endosperm; zwischen Nucellarrest und der meist einfachen Aleuronschicht befindet sich ein feines Gewirr von Pilzhyphen; die Dicke dieser Schicht ist nicht unbeträchtlich und erreicht etwa 20 μ.

Diagnostisch wichtig ist vor allem die Pilzschicht, die auch auf Flächenschnitten (Abb. 68) deutlich hervortritt und hier meist zusammen mit den Aleuronzellen sichtbar ist. Weiter geben die Querzellen der Fruchtwand ein wichtiges Merkmal ab (Abb. 69); sie ähneln in Form und Anordnung den Querzellen der Gerste, sind aber gedrungener und gleichmäßig mit einem braunen Farbstoff gefüllt, der sich in Chloralhydrat rot färbt. Schließlich läßt sich auch die Oberhautschicht der Spelzen zur Untersuchung heranziehen; verhältnismäßig kurze Zellen mit gewellten Membranen wechseln hier mit runden und halbmondförmigen

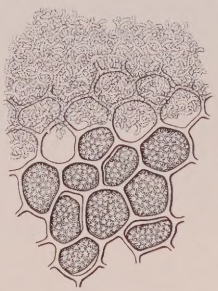


Abb. 68. Aleuronzellen des Taumellolchs mit darüber liegender Pilzschicht (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Zellen ab; an den Nerven der Spelzen und den Randpartien liegen Abweichungen vor, indem vor allem Spaltöffnungen auftreten.

Die Stärkekörner des Taumellolchs (Abb. 70) ähneln außerordentlich der Haferstärke, nur sind die hochzusammengesetzten Körner meist etwas kleiner.

Außer Taumellolch, der im Hinblick auf seine giftige Wirkung von besonderem Interesse ist, können die Früchte vieler anderer im Getreide wildwachsender Gräser, wie Roggentrespe (*Bromus secalinus* L.),

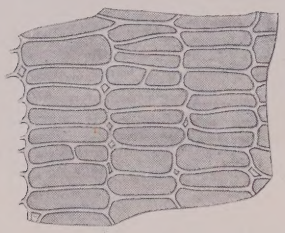


Abb. 69. Querzellen der Fruchtwand des Taumellolchs (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

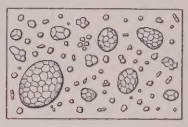


Abb. 70. Stärkekörner des Taumellolchs. Vergr. 200fach.

Quecke (*Triticum repens* L.), Flughafer (*Avena fatua* L.) in das Getreide und in die Mahlprodukte gelangen. Ihre Anwesenheit verrät sich vor allem durch die Spelzenelemente, insbesondere durch die Oberhautzellen der Spelzen. Diese Zellen sind ähnlich wie bei Gersten- und Haferspelzen stets in Lang- und Kurzzellen geschieden und weisen auch sonst die gleichen allgemeinen Bauverhältnisse, also vor allem wellig oder zackig gebogene Wände der Langzellen auf. In Zweifelsfällen müssen Flächenschnitte durch die Spelzen einwandfrei bestimmten Materials hergestellt und zum unmittelbaren mikroskopischen Vergleich herangezogen werden.

Windenknöterich.

Die Früchte des Windenknöterich (*Polygonum Convolvulus* L., Fam. Polygonaceae) ähneln dem Buchweizen; sie sind wenige Millimeter lang, dreikantig und von mattschwarzer Farbe (Abb. 71). Die derbe Fruchtwand umschließt einen rundlich dreieckigen Samen.

Abb. 71. Früchte des Windenknöterich, links mit, rechts ohne Kelch. Vergr. 2fach.

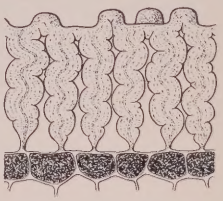


Abb. 72. Querschnitt durch die äußeren Fruchtwandschichten des Windenknöterich. Vergr. 200fach.

Teile der Fruchtwand sind an den charakteristischen Exokarpzellen zu erkennen (Abb. 72). Die äußere Oberhaut der Fruchtwand besteht aus radial gestreckten Zellen mit stark wellenförmig verdickten Wänden; die Innenwände sind unverdickt, die Außenwände meist in eine vorstehende Warze ausgezogen.

Die Samenschale (Abb. 73) besteht aus drei Zellschichten, von denen sich die äußere und innere sehr ähneln; beide zeigen langgestreckte dünnwandige Zellen; die Längswände der äußeren Schicht sind leicht gewellt. Zwischen diesen Schichten liegen in lockerem Verbande kleine Querzellen.

Der Same besteht überwiegend aus Nährgewebe, dessen dünnwandige Zellen reichlich Stärke enthalten. Die Stärkekörner ähneln denen des Buchweizens (siehe S. 45).

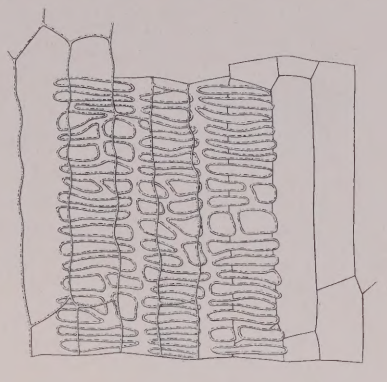


Abb. 73. Samenschale des Windenknöterich in Flächenansicht. *o* Oberhaut, *m* Mittelschicht, *i* innere Schicht. Vergr. 200fach.

Melde.

Die Samen der verschiedenen, als Unkräuter sehr verbreiteten Melde- und Gänsefußarten (*Atriplex-* und *Chenopodium*-Arten, Fam. Chenopodiaceae) sind im Aussehen und mikroskopischen Bau sehr ähnlich. Eine dünne Samenschale umschließt den stark gekrümmten Embryo und ein stärkereiches Nährgewebe. Die Form der Samen ist flach linsenförmig, die Farbe bei *Chenopodium album* (Abb. 74) schwarz-glänzend.

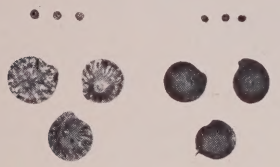


Abb. 74. Samen von *Chenopodium album*, links mit anhaftenden Fruchtwandresten. Oben nat. Gr., unten Vergr. 5fach.

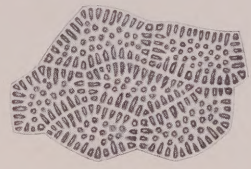


Abb. 75. Oberhautzellen der Samenschale von *Chenopodium album* (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Bei der mikroskopischen Untersuchung fallen vor allem die Stärkekörner der Nährgewebezellen auf; sie sind aus sehr kleinen Teilkörnern hochzusammengesetzt und unterscheiden sich nicht von den bereits beschriebenen Stärkekörnern der Reismelde (S. 46).

Die dunkelbraunen Oberhautzellen der Samenschale von *Chenopodium album* (Abb. 75) sind polyedrisch; ihre Membranen weisen zahlreiche längliche oder rundliche Vorsprünge und Leisten auf, die in das Zellinnere hineinragen; je nach der Einstellung erscheinen entweder die Vorsprünge oder die zwischen ihnen befindlichen Spalten und Löcher dunkel oder hell.

Kornrade.

Die Samen der zur Familie der Caryophyllaceen gehörenden Kornrade (*Agrostemma Githago* L.) enthalten ein giftiges Saponin, weshalb ihr Nachweis im Mehl von besonderer Bedeutung ist, zumal die Kornrade zu den am meisten verbreiteten Ackerunkräutern gehört.

Die Samen sind gekrümmt, von brauner Farbe und mit reihenförmig angeordneten warzenförmigen Papillen versehen (Abb. 76). Sie enthalten einen stark gekrümmten, grünlich-gelben Keimling und ein weißes Endosperm.

Abb. 76. Samen der Kornrade (*Agrostemma Githago* L.) Oben nat. Gr., unten Vergr. 5fach.

Für den Nachweis der Kornrade sind die Stärkekörner des Endosperms und die Epidermiszellen der Samenschale von Wichtigkeit. Die länglich-keulenförmigen Stärkeballen der Kornrade erreichen bis 100 μ und sind aus auffallend kleinen (1 μ) Einzelkörnern zusammengesetzt, in welche sie leicht zerfallen (Abb. 77). Neben der Kleinheit der Teilkörner ist das optische Verhalten der Kornradenstärke von Bedeutung. Im polarisierten Licht verschwinden die Körner, während fast alle anderen Stärkekörner ein deutliches Kreuz auf hellem Grunde zeigen. Bei gewöhnlicher mikroskopischer Betrachtung erscheinen sie hellgrau; untersucht man im auffallenden Licht, indem man den Spiegel des Mikroskopes abdreht oder

Abb. 77. Kornradenstärke. Vergr. 200fach.

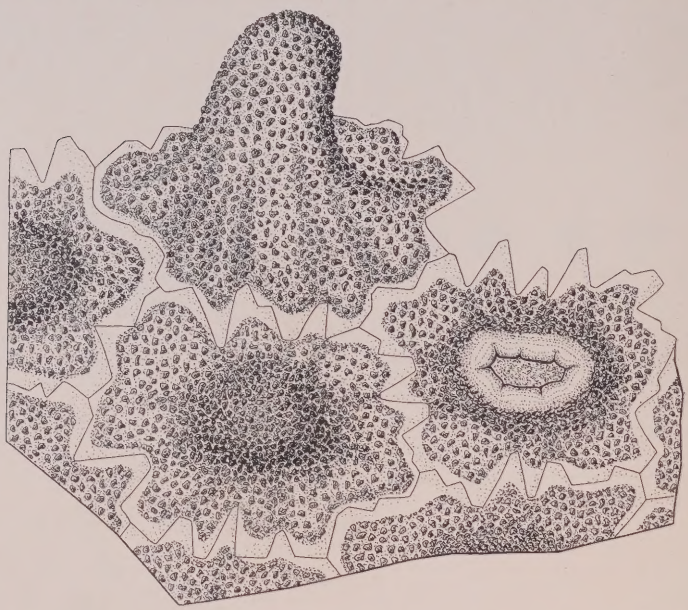


Abb. 78. Oberhautzellen der Samenschale der Kornrade. Vergr. 200fach.

abdeckt, so erscheinen sie in ihrer ganzen Fläche als gleichmäßig hellleuchtende Gebilde, während die Stärkekörner der Getreidearten als dunkle Kreise mit hellem Rande hervortreten (siehe Abb. 5 und 6, S. 16).

Da ähnliche Stärkekörner wie die der Kornrade auch bei einigen anderen Pflanzen vorkommen können, muß unter allen Umständen der Nachweis

der Epidermiszellen der Samenschale gefordert werden. Etwaige Fragmente der Samenschale fallen durch ihre dunkle Farbe ohne weiteres auf. Gegebenenfalls muß die Bodensatzprobe bei der Untersuchung des Mehles zu Hilfe genommen werden. Die Epidermiszellen der Samenschale sind sehr groß (Abb. 78) und tragen eine größere oder kleinere Papille; die Farbe ist meist dunkelbraun, die Oberfläche fein gewarzt, die Membran dick und geschichtet. Die einzelnen Epidermiszellen greifen an ihrem helleren basalen Teil mit sägezahnartigen Fortsätzen ineinander.

Ackerspörgel.

Der Ackerspörgel (*Spergula arvensis* L., Fam. Caryophyllaceae) findet sich vielfach als Ackerunkraut, wird auf mageren Böden aber auch vereinzelt als Futterpflanze angebaut. Seine Samen (Abb. 79) sind etwa 1 mm groß, abgeflacht kugelig und von einem hellbraunen Flügelrand umgeben. Ihre Farbe ist dunkelbraun, die Oberfläche ganz oder teilweise mit hellbraunen Auswüchsen versehen.

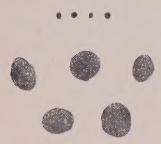


Abb. 79. Samen des Ackerspörgel. Oben nat. Größe, unten Vergr. 5fach.

Abb. 80. Oberhautzellen der Samenschale des Ackerspörgels. Vergr. 200fach.

Für den mikroskopischen Nachweis genügen die eigenartigen Oberhautzellen der Samenschale (Abb. 80). Sie sind hellbraun, sternförmig ineinandergefügt und eigenartig gefeldert; besonders charakteristisch sind die dunkleren und mit kleinen Warzen bedeckten, keulenförmigen Auswüchse, die aus der Mitte vieler Epidermiszellen entspringen.

Das Innere des Samens wird zur Hauptsache aus dünnwandigen Nährgewebezellen gebildet, die hoch zusammengesetzte Stärkekörner enthalten; sie werden aus unzähligen kleinen Teilkörnchen gebildet. Aussehen und optisches Verhalten der Stärke ist das gleiche wie bei der Kornrade.

Rittersporn.

Die Samen des Feldrittersporns (*Delphinium Consolida* L., Fam. Ranunculaceae) sind etwa 2 mm lang, schwach kantig, am unteren Ende deutlich zugespitzt (Abb. 81). Die Farbe ist grauschwarz bis graubraun. Bei Lupenvergrößerung tritt der dachziegelartig schuppige Bau der Samenschale deutlich hervor.

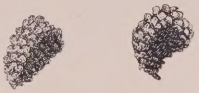


Abb. 81. Samen des Feldrittersporns. Oben nat. Größe, unten Vergr. 5fach.

Diese Schuppenhaare der Samenschale sind das diagnostisch wichtigste Merkmal; sie bestehen aus parallel oder fächerartig angeordneten,

gestreckten Zellen und wirken dadurch besonders charakteristisch, daß die aufeinanderfolgenden Schuppenschichten übereinandergreifen (Abb. 82).

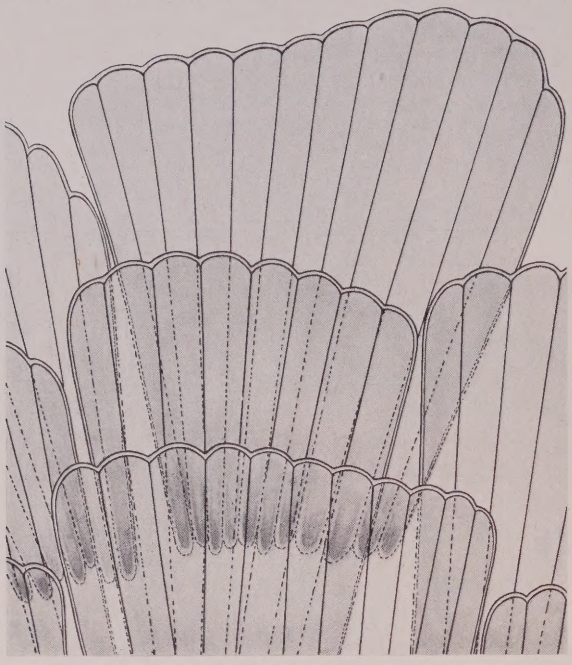


Abb. 82. Oberhautschuppen der Samenschale des Feldrittersporns. Vergr. 200fach.

Ackersenf.

Der Ackersenf (*Sinapis arvensis* L., Cruciferae), vielfach fälschlich auch als Hederich bezeichnet, ist eines der häufigsten Ackerunkräuter. Seine Samen sind kugelig, haben etwa 1½ mm Durchmesser, schwarze oder rotbraune Farbe und glatte Oberfläche (Abb. 83).

Abb. 83. Samen des Ackersenf. Vergr. 2fach.

Die mikroskopische Untersuchung erfolgt auf Querschnitten und Flächenschnitten durch die äußeren Teile des Samens; das Sameninnere wird von kleinen ölhaltigen Zellen gebildet, die keinerlei diagnostischen Wert besitzen.

Querschnitte durch die Samenschale (Abb. 84) lassen von außen nach innen folgende Schichten erkennen:

Oberhaut aus farblosen Schleimzellen mit emporgewölbter Cuticula,

gänzlich kollabierte Großzellen,

schmale, gleichmäßig hohe Stein- oder Palisadenzellen mit Verdickungen vor allem der radialen Wände. Die Farbe der Zellwand ist gelblichbraun; der schwärzlich dunkle Zellinhalt löst sich in Choralhydrat mit kirschroter Farbe auf;

große dünnwandige, braune Pigmentzellen,
Aleuronzellen mit fein punktiertem, eiweißartigem Inhalt,
kollabierte Innenschichten.

Die letztgenannten Schichten gehören entwicklungsgeschichtlich nicht der Samenschale an, sondern sind Reste des Nucellargewebes der Samenanlage.

Auf Flächenschnitten (Abb. 85) zeigen sich die Schleimzellen als polygonale farblose Zellen mit fein getüpfelten Wänden; der schleimige Inhalt läßt bei Aufquellen zunächst maschenförmige Gebilde entstehen,

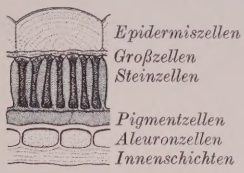


Abb. 84. Querschnitt durch die Samenschale von *Sinapis arvensis* L. Vergr. 200fach.

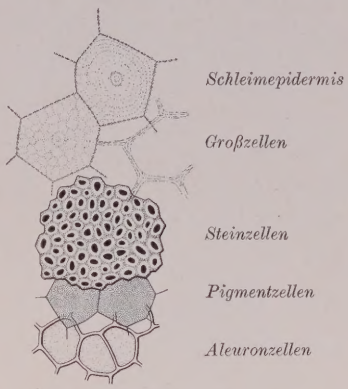


Abb. 85. Samenschale von *Sinapis arvensis* L. in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

die von oben gesehen ein feines Netzwerk bilden, das später in deutliche Schichtung übergeht. Die Großzellen sind meist nur undeutlich zu sehen. Am meisten charakteristisch ist die Steinzellschicht, die sich in der Flächenansicht als Gewebe aus isodiametrischen Zellen mit tiefschwarzem Inhalt und hellgelben, den Inhalt ringförmig umgebenden Membranen darstellt. Die Pigmentzellen haben hellbraunen Inhalt, die Aleuronzellen erinnern an die Aleuronzellen der Getreidekörner.

Hederich.

Die Früchte des Hederich (*Raphanus raphanistrum* L., Fam. Cruciferae) sind Gliederschoten, die in einzelne, je einen kleinen dunklen Samen enthaltende Stücke zerfallen (Abb. 86).

Abb. 86. Gliederfrüchte des Hederich (links) und Hederichsamen (rechts). Vergr. 2fach.

Teile der Fruchtwand sind an den Epidermiszellen und den inneren Bündeln von Faserzellen zu erkennen. Die Epidermis (Abb. 87) zeigt kleine Spaltöffnungen, die von ungleich ausgebildeten Nebenzellen begleitet werden. Die Faserzellen des Mesokarps (Abb. 88) sind mäßig lang und durch häufigen Richtungswechsel sowie allmählichen Übergang in weniger stark verdickte, aber ebenfalls verholzte Zellen mehr parenchymatischer Form ausgezeichnet.

Bruchstücke der Samen sind an der Steinzellschicht der Samenschale zu erkennen (Abb. 89). In den meist vorliegenden Flächenansichten

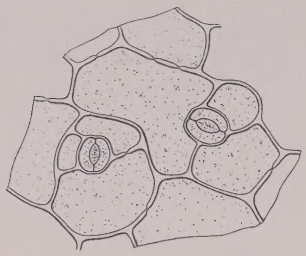


Abb. 87. Oberhaut der Gliederschote des Hederich (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

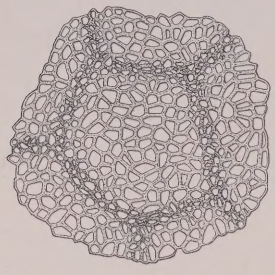


Abb. 89. Steinzellschicht der Samenschale des Hederichsamens in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

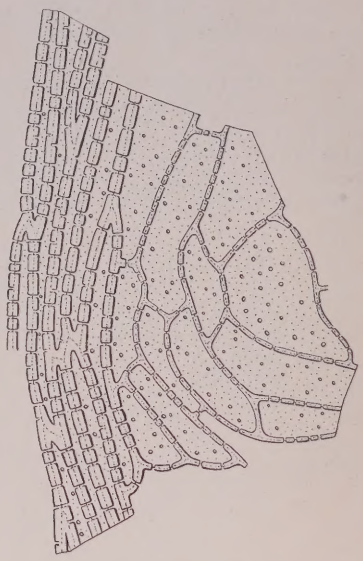


Abb. 88. Faserzellen und Parenchym aus dem Mesokarp der Gliederschote des Hederich. Vergr. 200fach.

zeigt diese Schicht eine hellbraune Farbe und ein grobes, den darüber liegenden kollabierten Großzellen der Samenschale entsprechendes dunkles Maschenwerk, während die Steinzellen selbst verhältnismäßig klein sind.

Pfennigkraut.

Die flachen kreisförmigen Schötchen des Pfennigkrautes (*Thlaspi arvense* L., Fam. Cruci-

Abb. 90. Samen des Pfennigkrautes. Oben nat. Gr., unten Vergr. 5fach.

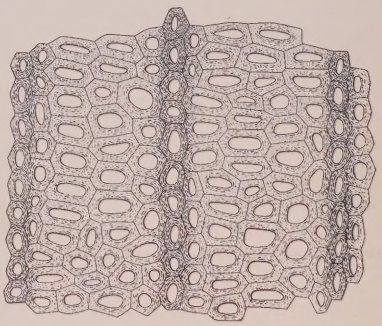


Abb. 91. Palisadenschicht der Samenschale des Pfennigkrautes in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

ferae) enthalten kleine längliche Samen mit eigenartig geriefter Oberfläche (Abb. 90).

Mikroskopisch sind die Samen leicht an der Steinzellschicht der Samenschale zu erkennen (Abb. 91). Die Zellen dieser Schicht zeigen sich in Flächenansichten deutlich verdickt, wobei hellere Gruppen mit streifenförmig und parallel verlaufenden Reihen dunklerer Steinzellen abwechseln.

Die dunklere Farbe dieser Zellen kommt vor allem durch ihre bedeutendere Höhe zustande; die mikroskopisch sichtbaren dunklen Streifen entsprechen den bei Lupenvergrößerung an der Samenschale hervortretenden erhabenen Leisten.

Wicken.

Als Wicken werden verschiedene Arten der Gattung *Vicia* (Fam. Leguminosae), bezeichnet. Die rauhhaarige Wicke (*Vicia hirsuta* Koch) ist ein bekanntes Unkraut; andere *Vicia*-Arten, wie die Futterwicke (*Vicia sativa* L.) werden als Futterpflanzen angebaut, kommen aber ebenfalls sehr häufig in Getreidefeldern vor. Daher pflegen Wickensamen in den Ausreutern fast stets vorhanden zu sein.

Die Samen der verschiedenen Wickenarten variieren zwar in der Größe, sind sonst aber einander äußerlich ziemlich ähnlich (Abb. 92); sie zeigen auch weitgehende Übereinstimmung im inneren anatomischen Bau, so daß es genügt, im folgenden *Vicia hirsuta* näher zu beschreiben.

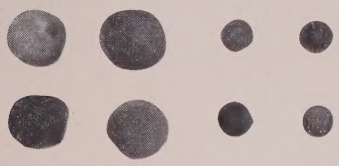


Abb. 92. Wickensamen. Links *Vicia sativa*, rechts *Vicia hirsuta*. Vergr. 2fach.

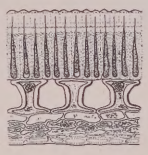
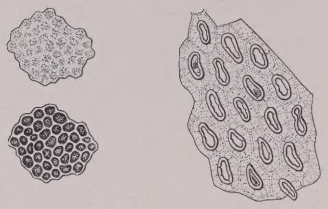


Abb. 93. Querschnitt durch die Samenschale von *Vicia hirsuta*. Vergr. 200fach.

Charakteristisch für den Bau der Samen sind hier wie bei allen Leguminosensamen (vgl. Abschnitt III) die beiden äußeren Schichten der Samenschale. Querschnitte (Abb. 93) zeigen außen eine Palisadenschicht, die aus schmalen, etwa 50 μ hohen Zellen besteht; ihr Lumen ist im oberen Teil strichförmig, im unteren breiter und weist hier dunklen Inhalt auf; die Farbe der Zellwände ist hellgelb. In einiger Entfernung von der den Palisadenzellen aufliegenden feinen Cuticula sind eine Licht- und eine Schattenlinie sichtbar. Unter den Palisadenzellen liegt die sog. Trägerzellenschicht; sie besteht aus 20—30 μ hohen Zellen, die in der Mitte verengt und nach oben und unten verbreitert sind, so daß sanduhrähnliche Formen entstehen; sie führen zum Teil braune Inhaltsstoffe. Die unterhalb der Trägerzellen liegenden Schichten bestehen aus mehr oder minder kollabierten parenchymatischen Zellen mit oder auch ohne braunen Inhalt und sind wenig charakteristisch.

Auf Flächenschnitten (Abb. 94) zeigen sich die Palisadenzellen als sehr kleine polyedrische Zellen von etwa 8 μ Durchmesser, die bei hoher Einstellung die fein gekörnte Cuticula, bei tiefer Einstellung die braunen Lumina erkennen lassen. Die Trägerzellen treten als größere polygonale Zellen mit darin befindlichen derben Ovalen hervor, die dem mittleren Teil der Zellen entsprechen.

Das Innere des Samens besteht aus schwach verdickten und undeutlich getüpfelten Zellen, die reichlich Stärke und Aleuronkörner enthalten. Die Form der Stärkekörner (Abb. 95) zeigt große Ähnlichkeit mit derjenigen anderer Leguminosensamen; es sind längliche, eiförmig bis nierenförmig gestaltete Körner von etwa 15 bis 40 μ Größe, die reichlich Kernspalten und eine feine konzentrische Schichtung erkennen lassen.



Palisadenzellen *Trägerzellen*

Abb. 94. Flächenschnitte durch die äußeren Samenschalenschichten von *Vicia hirsuta*. Links Palisadenzellen bei hoher (oben) und bei tiefer (unten) Einstellung; rechts Trägerzellen. Vergr. 200fach.

Abb. 95. Stärkekörner von *Vicia hirsuta*. Vergr. 200fach.

Bau der Samenschale und Form der Stärkekörner von *Vicia hirsuta* sind nicht nur denjenigen anderer *Vicia*-Arten, sondern auch sonstiger Leguminosensamen ähnlich, so daß es sich empfiehlt, bei dem Nachweis verdächtiger Palisadenzellen und Stärkekörner auch zu prüfen, ob andere Leguminosensamen (s. Abschnitt III) in Frage kommen können.

Ackerwinde.

Die Samen der Ackerwinde (*Convolvulus arvensis* L., Fam. Convolvulaceae) sind dunkelbraun bis schwarz mit feinwarziger Oberfläche, etwa 4 mm lang, auf einer Längsseite gewölbt, auf der anderen kantig (Abb. 96).

Abb. 96. Samen der Ackerwinde. Vergr. 2fach.

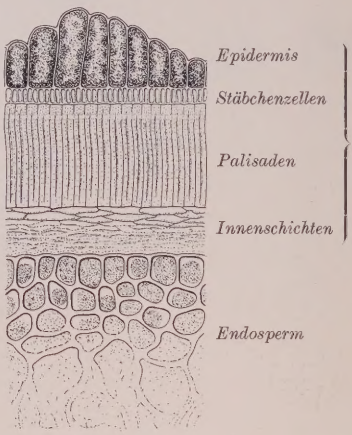


Abb. 97. Querschnitt durch den Samen der Ackerwinde. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch den äußeren Teil des Samens (Abb. 97) zeigen Samenschale und Endosperm. Die Samenschale läßt 4 Schichten erkennen:

dünnwandige Epidermiszellen verschiedener Höhe mit unregelmäßig braunem Inhalt;

eine einfache Schicht aus farblosen, dünnwandigen Stäbchenzellen;

eine derbe Palisadenschicht aus stark verdickten, farblosen Palisadenzellen von etwa 80 μ Höhe; im oberen Teil tritt eine Lichtlinie deutlich hervor;

eine vielfache Innenschicht aus dünnwandigen kollabierten Parenchymzellen.

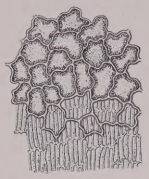


Abb. 98. Flächenansicht der äußeren Samenschalenschichten der Ackerwinde. Vergr. 200fach.

Auf Flächenschnitten (Abb. 98) zeigen sich die Epidermiszellen wellig konturiert; unter ihnen treten die Stäbchenzellen hervor, die gruppenweis angeordnet und in der Längsrichtung des Kornes gestreckt sind.

Das Endosperm (Abb. 97) besteht aus verhältnismäßig derbwandigen Zellen; die Wände der äußeren Schichten sind deutlich zu erkennen, die der inneren Epidermiszellen dagegen völlig verschleimt (Abb. 97).

Wachtelweizen.

Der Wachtelweizen (*Melampyrum arvense* L., Fam. Scrophulariaceae) hat 4—5 mm lange, schmale Samen von dunkler Farbe, die an ihrer Ansatzstelle einen kleinen Auswuchs (Caruncula) zeigen (Abb. 99). Das Vorhandensein von Wachtelweizen im Brot verrät sich durch violette Färbung, die durch ein Spaltungsprodukt des in den Samen enthaltenen Glykosids Rhinanthin verursacht wird.

Abb. 99. Wachtelweizen (*Melampyrum arvense*). Oben nat. Größe, unten Vergr. 5fach.

Querschnitte durch den Samen (Abb. 100) zeigen eine fast völlig kollabierte farblose Samenschale, sowie ein hornartiges Endosperm, das den Hauptbestandteil des Samens bildet. Die Zellen des Endosperms sind polygonal, derbwandig und reich getüpfelt; sie

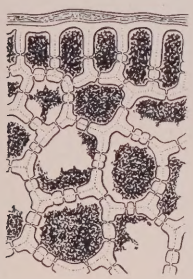


Abb. 100. Querschnitt durch den Randteil des Wachtelweizens. Vergr. 200fach.

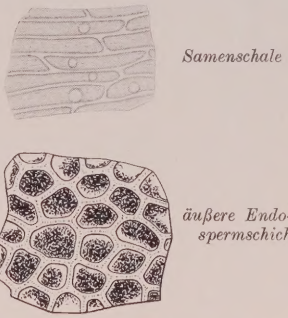


Abb. 101. Flächenschnitt durch Samenschale und äußere Endospermschicht des Wachtelweizens. Vergr. 200fach.

weisen dunkle, oft geschrumpfte Inhaltsstoffe auf, deren Ausstülpungen den Tüpfeln der Zellwände entsprechen.

Flächenschnitte durch die äußeren Teile des Samens (Abb. 101) zeigen die sehr zarte Samenschale aus länglichen, kollabierten Zellen und

unmittelbar darunter die isodiametrischen Zellen der äußersten Endospermschicht, die im Gegensatz zu den tiefer liegenden Nährgewebeschichten nur wenig getüpfelt sind.

Labkraut.

Die etwa 3 mm großen Früchte des Kletterlabkrautes oder Klebkrautes (*Galium aparine* L., Fam. Rubiaceae) (Abb. 102) sind abgestumpft kugelig mit einer Vertiefung auf der abgeflachten Seite und einer darunter liegenden inneren Höhlung; die graue Oberfläche ist mit kleinen Warzen und hakenförmigen Haaren besetzt. Die Fruchtwand ist mit dem eingeschlossenen Samen verwachsen. Querschnitte durch den schalenförmigen Samen zeigen ein entsprechend gestaltetes, derbes Nährgewebe von hornartiger Beschaffenheit; der gekrümmte Keimling liegt der inneren Wölbung des Nährgewebes an.

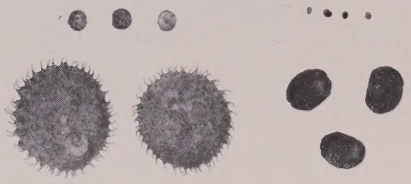


Abb. 102. Samen von *Galium aparine* (links) und *Galium mollugo* (rechts). Oben nat. Gr., unten Vergr. 5fach.

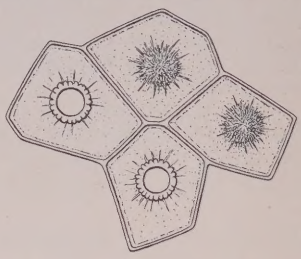


Abb. 103. Oberhaut der Fruchtwand von *Galium aparine* (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Abb. 104. Oberer Teil eines Fruchtwandhaares von *Galium aparine*. Vergr. 200fach.

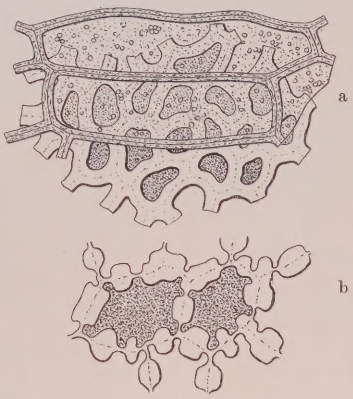


Abb. 105. Gewebeelemente des Samens von *Galium aparine*. a Samenschale und darunter liegendes Nährgewebe in Flächenansicht. b Innere Zellen des Nährgewebes. Vergr. 200fach.

Diagnostisch wichtig ist das Exokarp der Fruchtwand, sowie das Endosperm des Samens mit den anhaftenden Resten der Samenschale.

Die Oberhautzellen der Fruchtwand sind polygonal und durch papillenförmige, mit feinen Riefen versehene Ausstülpungen ausgezeichnet (Abb. 103). Aus der Oberhaut entspringen derbwandige Haare mit hakenförmiger Spitze und stark verbreitertem Fuß (Abb. 104), die in ihrem Innern Plasmastränge und Oxalatkristalle führen.

Die Samenschale besteht aus einer einfachen Lage leicht gestreckter Zellen mit ziemlich derben, braunen Wänden und ebenso gefärbtem Inhalt (Abb. 105). Die der Samenschale anliegenden Endospermzellen sind dickwandig und ungetüpfelt, während die inneren Endospermzellen deutliche Tüpfelung zeigen; ihr Inhalt ist meist dunkel.

Die Früchte des gemeinen Labkrautes, *Galium mollugo* L. (Abb. 102), sind ähnlich gebaut; sie sind jedoch wesentlich kleiner (1 mm) und braunschwarz, auch fehlen der fein punktierten Fruchtwand die für *Galium aparine* besonders charakteristischen Haare.

Kornblume.

Die Früchte der Kornblume (*Centaurea cyanus* L., Fam. Compositae) sind längliche Achänen mit einem Kranz von Pappushaaren am oberen Ende (Abb. 106).

Abb. 106. Kornblumenfrüchte. Vergr. 2fach.

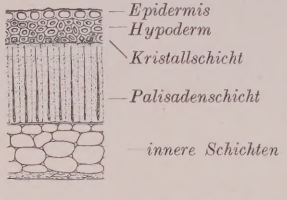


Abb. 107. Querschnitt durch die Fruchtwand der Kornblume. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch die Fruchtwand (Abb. 107) zeigen unter der Epidermis eine mehrfache Schicht von Hypodermfasern, deren innerste zu einer Kristallschicht umgebildet ist. Darunter folgt eine derbe farblose Palisadenschicht; die inneren Schichten bestehen aus parenchymatischen Zellen und sind wenig charakteristisch.

Flächenschnitte durch die äußeren Fruchtwandschichten (Abb. 108) zeigen langgestreckte, deutlich getüpfelte Epidermiszellen und ähnlich gebaute, aber schmalere Hypodermfasern; die Kristallschicht tritt meist sehr deutlich hervor.

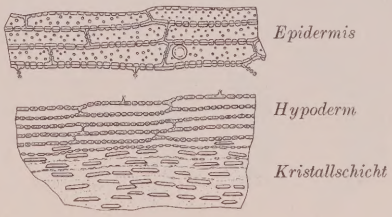


Abb. 108. Epidermis, Hypoderm und Kristallschicht der Fruchtwand der Kornblume (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Die Pappushaare (Abb. 109) sind vielzellig; sie zeigen einen Kern aus langgestreckten, ziemlich dünnwandigen Zellen, die in kleinen Seitenhaaren enden.

Weitere Samen.

Außer den vorstehend beschriebenen können naturgemäß noch die Samen vieler anderer Unkräuter in das Getreide und die Mahlprodukte gelangen. In manchen Fällen wird es möglich sein, auf Grund gewisser Ähnlichkeiten der mikroskopischen Bilder auf verwandtschaftliche Beziehungen der fraglichen Samen zu den hier näher behandelten Unkrautsamen zu schließen. So sind alle Leguminosensamen durch gleichen oder ähnlichen Bau der Samenschale, also Palisadenzellen und darunter liegende Trägerzellen, ausgezeichnet. Steinzellen mit darüber liegenden farblosen Großzellen und darunter befindlichen Aleuronzellen deuten auf Cruciferen, auffallend kleine Stärkekörner auf Chenopodiaceen oder Caryophyllaceen.

Abb. 109. Pappushaar der Kornblumenfrucht. Vergr. 200fach.

Wesentlich schwieriger ist die Bestimmung von Unkrautsamen und sonstigen Beimischungen in Getreide ausländischer Herkunft, da hier meist ganz andere Pflanzenarten aufzutreten pflegen. Kenntnis und Nachweis ausländischer Unkräuter sind dann von besonderer Wichtigkeit, wenn die Herkunft von Mahlprodukten an Hand der vorhandenen fremden Samen bestimmt werden soll.

Außer den Samen von Unkräutern kommen auch Samen anderer Kulturpflanzen im Getreide vor, die entweder im Getreidefelde verwildert wachsen oder im Gemenge mit Getreide angebaut und geerntet werden. Auch bei der späteren Aufbewahrung und Verarbeitung des Getreides muß mit Vermischungen gerechnet werden.

Pilzliche Parasiten des Getreides.

Mutterkorn.

Vorkommen und Bedeutung. Die Dauerformen oder Sklerotien von *Claviceps purpurea* Tul. (Fam. Hypocreaceae, Ascomycetes) werden als Mutterkorn bezeichnet; sie finden sich vor allem auf Roggen, seltener auf Weizen und Gerste, und entstehen in der Weise, daß die Narben von Roggenblüten durch Sporen oder Konidien des Mutterkornpilzes infiziert werden. An Stelle des Roggenkornes entwickelt sich dann ein längliches, bis zu mehreren Zentimetern großes, blauschwarzes Gebilde, dessen äußere Form (Abb. 110) noch gewisse Anklänge an ein Roggenkorn zeigt, das aber überhaupt nicht mehr aus Roggenzellen, sondern ausschließlich aus Pilzhyphen besteht.

Abb. 110. Mutterkorn. Nat. Größe.

Vorkommen von Mutterkorn in Mahlprodukten ist deshalb so gefährlich, weil der Genuß solchen Mehles zu schweren Gesundheitsstörungen führt und die Kriebelkrankheit verursacht; die modernen Reinigungsanlagen der Mühlen entfernen allerdings die in

Form und Größe von Getreidekörnern meist stark abweichenden Mutterkörner, so daß Erkrankungen durch *Claviceps*-haltiges Mehl heute nur noch ausnahmsweise vorkommen.

Anatomischer Bau. Querschnitte durch die Randteile des Mutterkornes (Abb. 111) zeigen, daß dieses aus auffallend kleinen, eng verflochtenen Hyphen besteht, also ein dichtes pseudoparenchymatisches Gewebe bildet. Die Zellen enthalten reichlich fettes Öl; die äußersten Hyphenlagen sind dunkel verfärbt; der Farbstoff löst sich in Chloralhydrat und erscheint hier rötlich. In Säurepräparaten diffundiert er orangerot aus den Randzellen heraus.

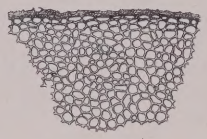


Abb. 111. Querschnitt durch Randteil des Mutterkorns (nach Ätherbehandlung). Vergr. 200fach.

Nachweis des Mutterkorns im Mehle. Um auch kleinere Mengen mikroskopisch nachweisen zu können, ist mit dem zu untersuchenden Mehl zunächst die Bodensatzprobe (S. 10) durchzuführen. Enthält der sonst gelbliche Bodensatz dunkle oder rote Pünktchen, so müssen diese mikroskopisch geprüft werden, um Verwechslungen mit Schalenfragmenten dunkler Unkrautsamen vorzubeugen. Die Untersuchung erfolgt entweder in Chloralhydrat oder so, daß verdächtige Stellen der Bodensatzprobe zunächst auf dem Objektträger getrocknet werden, worauf Nelkenöl zugefügt wird. Man untersucht die rötlichen Stellen und stellt fest, ob die Fragmente aus dem auffallend kleinzelligen Pseudoparenchym des Mutterkornsklerotiums bestehen. Alle der Färbung nach sonst in Frage kommenden Bruchstücke von Unkrautsamen bestehen aus wesentlich größeren und ganz abweichend gebauten Zellen.

Pilzsporen.

An Getreidekörnern können die Sporen einer ganzen Anzahl von parasitischen Pilzen vorkommen, welche die Pflanzen während ihrer Entwicklung auf dem Felde befallen hatten. Ihre Kenntnis kann unter Umständen, vor allem bei starkem Auftreten von Weizensteinbrand, von praktischer Bedeutung für die Beurteilung der Mahlprodukte sein.

Abb. 112. Gesunde Weizenkörner (links) und Brandbutten (rechts). Vergr. 2fach.

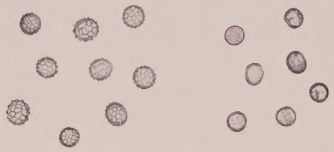


Abb. 113. Steinbrandsporen. Links: *Tilletia tritici*, rechts: *Tilletia laevis*. Vergr. 200fach.

Weizensteinbrand. Die Sporen des Stein-, Stink-, Kugel- oder Schmierbrandes des Weizens werden in Brandkörnern oder in Brandbutten entwickelt, die sich von den gewöhnlichen Weizenkörnern durch ihre geringere Größe und ihre kugelförmige Gestalt unterscheiden (Abb. 112). Das ganze Innere ist mit diesen Sporen vollgepfropft,

wobei etwa 4 Millionen Brandsporen in einem einzigen Korn zur Entwicklung gelangen.

Der Steinbrand des Weizens wird durch zwei Brandpilze, *Tilletia tritici* Wint. und *Tilletia laevis* Kühn (Fam. Tilletiaceae, Basidiomycetes), hervorgerufen, von denen die Sporen der ersten Art Membranen mit leistenförmiger Felderung, die von *Tilletia laevis* glatte Membranen aufweisen (Abb. 113). Der Durchmesser der annähernd kugeligen Sporen schwankt um 20 μ, ist also wesentlich größer als derjenige der anderen Brandpilzarten.

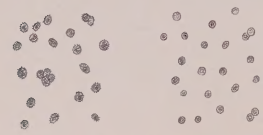
Steinbrandsporen im Mehl oder Brot sind gesundheitlich unbedenklich, setzen aber die Genießbarkeit solchen Mehles stark herab, da die Sporen nach Heringslake riechen und das Mehl dunkel verfärben.

Roggenstengelbrand, hervorgerufen durch *Urocystis occulta* Rabenh. (Fam. Tilletiaceae, Basidiomycetes). Die Sporen sind mehrzellig und von kleinen sterilen Kranzzellen umgeben (Abb. 114).

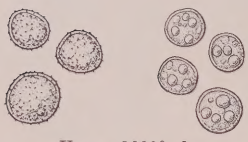
Abb. 114. Sporen des Roggenstengelbrandes. Vergr. 200fach.

Abb. 115. Haferflugbrand. 1/3 nat. Größe.

Flugbrand des Getreides (Abb. 115), so genannt, weil die Sporen während der Blütezeit des Getreides ausstäuben und so an die Körner gelangen. In Frage kommen Haferflugbrand (*Ustilago avenae* Jens.), Weizenflugbrand (*Ustilago tritici* Jens.) und Gerstenflugbrand (*Ustilago nuda* Kellerm. und Swingle), sämtlich aus der Familie der Ustilaginaceae (Basidiomycetes). Die braunen Sporen haben bei allen eben genannten Arten einen Durchmesser von 6—8 μ und feingewarzte Membranen (Abb. 116).



Vergr. 200fach.



Vergr. 1000fach.

Abb. 116. Sporen des Haferflugbrandes (links) und des Gerstenhartbrandes (rechts).

Gerstenhartbrand. Der Erreger ist *Ustilago hordei* Kellerm. und Swingle. Der Durchmesser der kleinen braunen Sporen beträgt 6—7 μ, ihre Oberfläche ist glatt (Abb. 116).

Neben den Brandpilzen kommen auch Sporen der Getreiderostpilze, *Puccinia*-Arten (Fam. Pucciniaceae, Basidiomycetes) im Mahlgut vor, wenn das Getreide während der Vegetationsperiode stark befallen war, und wenn sich der Befall auch auf die Spelzen der Fruchtstände erstreckt hatte. Diese Pilze bilden am Getreide zwei verschiedene Sporenformen: kugelige, einzellige, fein bewarzte, gelblich-braune Uredosporen und zweizellige, gestielte, dunklere Teleutosporen mit glatter Oberfläche (Abb. 117).

Außer den erwähnten Brand- und Rostsporen, unter denen der Steinbrand die häufigste und wichtigste Art ist, können noch andere Sporenarten vorkommen, so vor allem bei Roggen die sichelförmigen Konidien des Schneeschimmels (*Fusarium nivale* Ces. = *Calonectria graminicola* [B. u. Bs.] Wr.) und bei Gerste die mehrzelligen Sporen des Erregers der Streifenkrankheit (*Helminthosporium gramineum* Rabenh.).

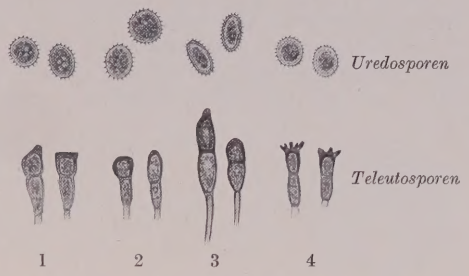


Abb. 117. Uredo- und Teleutosporen der wichtigsten Getreiderostarten. Vergr. 200fach.
1 *Puccinia glumarum*, 2 *Puccinia triticina*, 3 *Puccinia graminis*, 4 *Puccinia coronifera*.

Soweit Sporen an den Körnern ausgekeimt sind, findet man vielfach auch Mycel. Sehr häufig ist das beim Haferflugbrand der Fall, dessen feine, farblose Pilzfäden den Oberhautzellen der Fruchtwand aufliegen (vgl. Abb. 37, S. 36). Ebenso weisen Roggenkörner oft das Mycel des Schneeschimmels und Gerste dasjenige des Erregers der Streifenkrankheit auf.

Schimmelpilze.

Zu den Schimmelpilzen in weiterem Sinne können wir zunächst die sog. Schwärzepilze rechnen, welche sich bei feuchter Witterung auf dem gemähten oder geernteten Getreide ansiedeln und dasselbe mit schwärzlichem Mycel überziehen. Hierher gehören verschiedene Arten der Gattungen *Cladosporium* und *Pleospora* mit dunklem Mycel und mannigfach ausgebildeten, meist mehrzelligen, ebenfalls stets dunkelbraunen Sporen (Abb. 118).

Abb. 118. Sporen von Schwärzepilzen des Getreides. Vergr. 200fach.

Die eigentlichen Schimmelpilze treten auf Getreide, Mahlprodukten und Backwaren auf, wenn hohe Luftfeuchtigkeit und genügende Wärmegrade die erforderlichen Entwicklungsbedingungen schaffen. Von den zahlreichen Schimmelarten sind im folgenden die drei wichtigsten behandelt.

Weiße Pilzrasen, die sich schließlich schwarz verfärben, werden durch den Köpfchenschimmel (*Mucor Mucedo* [L.] Brefeld) (Fam. Mucoraceae, Phycomycetes) gebildet. Das Mycel ist dadurch charakterisiert, daß es trotz aller Verzweigungen eine einzige Zelle bildet. Die Sporangien sind langgestielt. Das kugelige Köpfchen enthält im Innern zahlreiche eiförmige Konidien; der Stiel des Köpfchens endet in einer walzenförmigen Columella (Abb. 119).

Der Pinselschimmel, *Penicillium crustaceum* L., und andere *Penicillium*-Arten (Fam. Aspergillaceae, Ascomycetes) bilden zunächst weiße, dann blaugrüne Pilzrasen, die aus septiertem Mycel bestehen und pinselförmige Konidienträger erzeugen, an deren Ästen Konidien reihenförmig abgeschnürt werden (Abb. 119).

Nah verwandt mit dem vorstehenden Schimmel ist der Gießkannenschimmel (*Aspergillus glaucus* L.) mit ebenfalls septiertem Mycel und großen köpfchenartigen Konidienträgern, die in Reihen angeordnete Konidien abschnüren (Abb. 119).

Aspergillus, seltener *Penicillium*, bilden zuweilen im befallenen Substrat kleine kugelförmige Perithecien, welche in ihrem Innern zahlreiche kleine Asci mit Askosporen enthalten.

Tierische Organismen.

Auch tierische Organismen, ihre Reste und Exkremente kommen im Getreide vor. Am häufigsten sind Insekten, insbesondere Milben (*Tyroglyphus farinae* DE GEER) (Abb. 120). Durch Milben verdorbenes Mehl enthält außer den Tieren deren Exkremente als kleine rundliche, braune Gebilde. Da die Mehlmotte (*Ephestia Kühniella* ZELL) sich in vielen Mühlen stark eingenistet hat, können auch Reste dieser Tiere, ebenso wie ihre Gespinste in Mahlprodukten vorkommen.

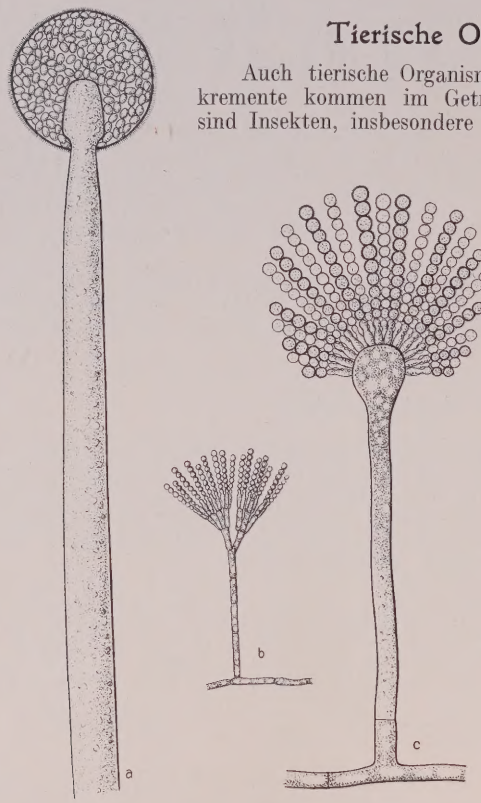


Abb. 119. Schimmelpilze. a) Köpfchenschimmel *Mucor Mucedo*. b) Pinselschimmel *Penicillium crustaceum*. c) Gießkannenschimmel *Aspergillus glaucus*. Vergr. 200fach.

Abb. 120. Junge Mehlmilbe. Vergr. 200fach.

Der Kornkäfer (*Calandra granaria* L.) bohrt die Getreidekörner an und höhlt sie aus.

Als Gicht- oder Radeweizen werden eigenartig verbildete Weizenkörner bezeichnet, deren Inneres fast ganz aus Weizenälchen (*Tylenchus scandens* SCHNEIDER) besteht; soweit die schlanken, 1 mm langen Würmer noch am Leben sind, bewegen sie sich in Wasserpräparaten lebhaft hin und her.

Die mikroskopische Untersuchung von Mehlen.

Durch die Untersuchung soll zunächst festgestellt werden, welches Mehl vorliegt, gegebenenfalls, ob das Mehl aus Samen verschiedener Pflanzen hergestellt ist; die Untersuchung soll weiterhin etwaige Verunreinigungen oder Verfälschungen nachweisen.

Durchführung der Prüfung.

Die mikroskopische Prüfung erfolgt in der bereits früher für die Unterscheidung von Roggen- und Weizenmehl angegebenen Weise (vgl. S. 28). Zunächst wird die Bestimmung der Stärke vorgenommen; daran schließt sich die Untersuchung der im Mehl vorhandenen Gewebereste, die in Zweifelsfällen über die Zusammensetzung entscheidet und auch über das Vorhandensein fremder Bestandteile Aufschluß gibt.

Die Beurteilung der Stärke erfolgt in Wasserpräparaten, zu denen man nachträglich vom Rande des Deckgläschens her wässerige Jodlösung treten läßt, um etwaigen Verwechslungen von Stärkekörnern mit anderen Zellinhaltsstoffen, insbesondere Aleuronkörnern, vorzubeugen. Oft wird es möglich sein, ein Mehl allein auf Grund der Stärkekörner zu bestimmen. Kreisrunde, linsenförmige Stärkekörner mit zahlreichen Kleinkörnern weisen auf Roggen und Weizen hin, rundlich-gebuckelte Großkörner auf Gerste, kantige Körner auf Mais und Hirsearten, zusammengesetzte oder verklebte auf Hafer, Reis, *Eleusine* und Buchweizen. Um die Bestimmung der in Mehlen und sonstigen Gemischen anzutreffenden Stärkearten zu erleichtern, sind später (S. 102) die Abbildungen der wichtigsten Stärkeformen nochmals zusammengestellt und nebeneinander wiedergegeben.

Für die Untersuchung der im Mehle vorhandenen Gewebefragmente genügen unter Umständen schon die zur Stärkebestimmung hergestellten Wasserpräparate; besser sind Chloralhydratpräparate, in denen die sonst störenden Stärkekörner verquellen. Bei feinen Mehlen wird man aber ohne die vorhergehende Anreicherung der Fragmente durch die Bodensatzprobe (S. 10) nicht auskommen; die Untersuchung selbst findet auch hier zweckmäßig in Chloralhydrat statt.

Die Bestimmung erfolgt auf Grund der früher angegebenen anatomischen Merkmale; für Getreide sind vor allem die Längs- und Querzellen, sowie die Haare der Fruchtwand, ferner etwaige Spelzenbestandteile zu berücksichtigen.

Bestimmung von Mehlgemischen.

Liegen Gemische mehrerer Mehlarten vor, so müssen sowohl die Stärkekörner wie die Gewebefragmente der fraglichen Samenarten in der soeben beschriebenen Weise nachgewiesen werden. Die richtige Bestimmung der quantitativen Zusammensetzung von Gemischen erfordert große Uebung und die Berücksichtigung der früher für solche Untersuchungen dargelegten Gesichtspunkte (vgl. S. 18).

Verunreinigungen des Mehles.

Die zur Bestimmung von Mehlen hergestellten Präparate werden meist auch für den Nachweis etwaiger Verunreinigungen ausreichen. Soweit es sich um andere stärkehaltige Samen handelt, gibt schon das Vorliegen

abweichend gebauter Stärkekörner deutliche Hinweise; Leguminosenstärke ist nierenförmig mit deutlicher konzentrischer Schichtung; Kornrade, Spörgel und Melde haben hochzusammengesetzte Stärkeballen mit überaus kleinen Teilkörnchen.

Im übrigen muß vor allem auf fremde Gewebefragmente geachtet werden, die meist ganz anders gebaut sind als die charakteristischen Elemente der Getreidekörner und deshalb von diesen leicht unterschieden werden können. Ebensowenig wird der Nachweis von Pilzen und tierischen Organismen Schwierigkeiten machen.

Nachweis von Mineralsubstanzen.

Die Beschwerung des Mehles mit mineralischen Substanzen, wie kohlensaurem Kalk, Alaun, Gips, kommt vor und muß daher bei der Prüfung mit berücksichtigt werden. Der mikroskopische Nachweis läßt sich am besten durch das Polarisationsmikroskop erbringen; noch einfacher ist es allerdings, eine kleine Menge des Prüfungsmaterials in Chloroform zu schütteln, wobei sich die anorganischen Teile am Boden absetzen. Die weitere Analyse erfolgt auf chemischem Wege.

Brot und Backwaren.

Durchführung der mikroskopischen Untersuchung.

Bei der Untersuchung von Brot- und Backwaren muß ebenso wie bei den Mehlen sowohl die Bestimmung der Stärkekörner wie die Feststellung der anzutreffenden Gewebefragmente vorgenommen werden. Zur Bestimmung der Stärkeart wird das Untersuchungsmaterial vorsichtig in Wasser zerrieben und so untersucht. Bei der Beurteilung des mikroskopischen Bildes ist zu berücksichtigen, daß die Stärkekörner durch den Backprozeß weitgehend verkleistert sind, so daß ihr charakteristisches Aussehen meist verloren gegangen ist. Immerhin wird der geübte Beobachter auch an den verkleisterten Formen die Stärkeart meist noch wiedererkennen, zumal sich in der Regel noch einige Stärkekörner auffinden lassen, die weniger stark verändert sind. So lassen sich die typischen Kernspalten der Roggenstärke auch im Brot gewöhnlich noch sicher nachweisen (Abb. 121). Ein etwaiger Zusatz fremder Stärkearten macht sich ebenfalls kenntlich, wenn diese sich auch sonst von der zur Bereitung der Backwaren in Frage kommenden Stärkeart deutlich unterscheiden.

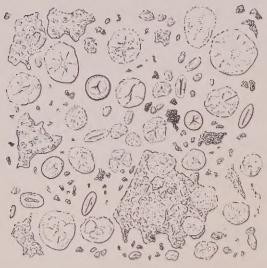


Abb. 121. Verkleisterte Stärkekörner und Stärkeballen aus Roggenbrot.

Vergr. 200fach.

Zur näheren Untersuchung muß außer auf Stärke auch auf die im Brote vorhandenen Gewebefragmente geachtet werden. Vielfach wird man diese schon in den zur Stärkebestimmung angefertigten Wasserpräparaten antreffen; um sicher zu gehen, empfiehlt sich aber unter allen Umständen die Durchführung der Bodensatzprobe (S. 10). Hierzu wird ein kleines

Stückchen Brot oder Backware von wenigen Gramm Gewicht ohne vorherige Zerkleinerung in einer geringen Menge Wasser vorgequollen und dann mehrere Minuten in verdünnter Salzsäure gekocht. Der sich hier bildende Bodensatz wird nach vorsichtigem Abschütten der Salzsäure in Chloralhydrat untersucht. Auf Grund der gefundenen Gewebefragmente wird sich stets eindeutig entscheiden lassen, welche Rohstoffe zur Bereitung des Brotes Verwendung gefunden haben, insbesondere, ob zu Weizenbrot Roggenmehl oder andere Mehle zugesetzt sind. Auch etwa vorhandene Pilzsporen und Bruchstücke von Unkrautsamen sind im Bodensatz ohne weiteres nachzuweisen.

Bei der Untersuchung von Brot ist weiter zu berücksichtigen, daß wir unter Umständen auch Bestandteile antreffen, denen wir in Mehlen nicht oder ungleich seltener begegnen, weil ihr Zusatz hier unmöglich oder zu auffallend wäre. Zu solchen in der Hauptsache nur in Brot und Backwaren vorkommenden Zusätzen gehören vor allem gekochte Kartoffeln oder Kartoffelwalzmehl, gemahlenes Stroh, Spelzenspreumehl und Holzmehl.

Kartoffeln und Kartoffelwalzmehl.

Als Brotstreckungsmittel finden die Kartoffelknollen entweder in gekochtem Zustande oder in Form von Kartoffelwalzmehl Verwendung; dieses wird in der Weise gewonnen, daß aus gedämpften Kartoffeln zunächst trokkene „Kartoffelflokken" hergestellt werden, die dann zu Kartoffelwalzmehl oder Patentwalzmehl zermahlen werden. Mikroskopisch bietet der Zusatz von gekochten Kartoffeln und von Kartoffelwalzmehl im Brot das gleiche Bild.

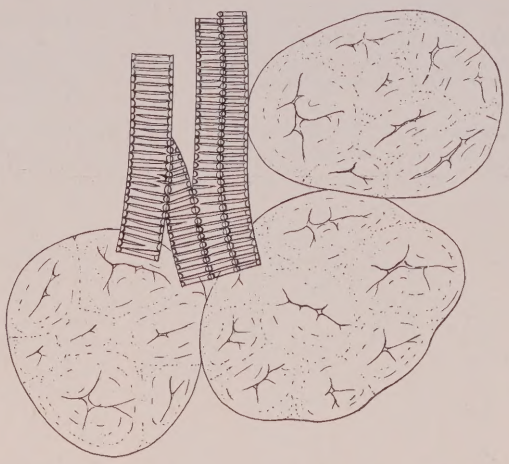


Abb. 122. Kartoffelzellen mit verkleistertem Stärkeinhalt und anhaftendem Gefäßbündelfragment (aus Kartoffelwalzmehl). Vergr. 200fach.

In Wasserpräparaten fallen bei etwaigem Zusatz von Kartoffeln zu Brot zunächst große, völlig verkleisterte Stärkeballen unregelmäßig kugeliger Gestalt auf; sie entsprechen ganzen Parenchymzellen des Grundgewebes der Kartoffel und werden häufig von Gefäßbündelfragmenten begleitet, deren Tracheen und Tracheiden sich in Phloroglucin-Salzsäurepräparaten durch Rotfärbung kenntlich machen (Abb. 122).

Da die Schale der Kartoffel meist nicht oder nur unvollständig entfernt ist, so geben ihre Fragmente ein weiteres wichtiges und eindeutiges Merk-

mal für Kartoffelzusatz ab; sie sind vor allem bei Anwendung der Bodensatzprobe leicht nachzuweisen. Die Kartoffelschale wird aus reihenförmig angeordneten dünnwandigen Korkzellen gebildet. Die im Brot anzutreffenden Bruchstücke bieten meist nicht das in Abb. 123 dargestellte Querschnittsbild; das Korkgewebe zeigt sich vielmehr fast stets in Flächen-

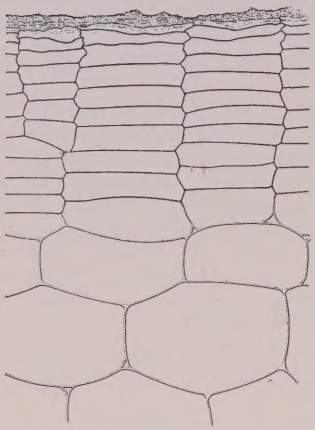


Abb. 123. Querschnitt durch den Rand einer Kartoffelknolle. Vergr. 200fach.

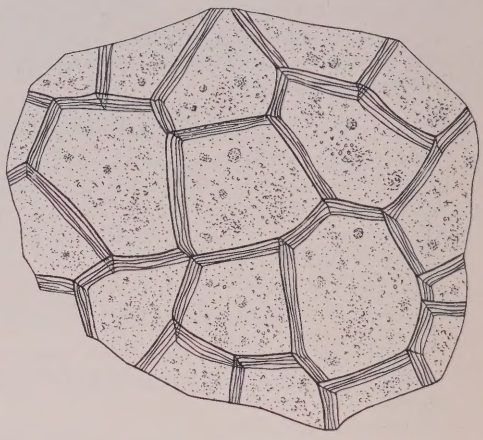


Abb. 124. Fragment der Kartoffelschale in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

ansicht, wo es ein lückenloses Gewebe aus bräunlichen polygonalen Zellen bildet, deren dünne Membranen mehrfach konturiert erscheinen (Abb. 124). Vereinzelt kommen in der Rindenschicht auch verdickte Zellen vor.

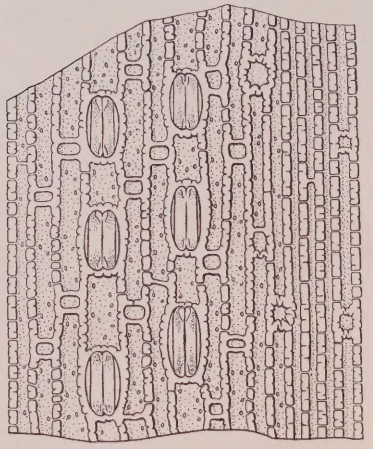


Abb. 125. Oberhaut eines Weizenstrohhalmes. Vergr. 200fach.

Gemahlenes Stroh.

Gemahlenes Stroh ist in erster Linie an dem Oberhautgewebe der zerkleinerten Getreidehalme zu erkennen. Die Epidermiszellen sind langgestreckt, wobei Zellen mit schwach wellig gebogenen Wänden mit Reihen schmalerer und gradwandiger Zellen abwechseln (Abb. 125). Die in der Epidermis vorhandenen Spaltöffnungen sind schmal und stets parallel gestellt. Das Hypoderm des Strohes enthält verholzte, faserförmige sowie langgestreckte Zellen mehr parenchymatischen Charakters. Auch Teile von Ring-, Spiral- und Netzgefäßen sind im Strohmehl regelmäßig anzutreffen.

Spelzenspreumehl.

Spelzenspreumehl verrät sich vor allem durch reichliches Vorliegen von charakteristischen Oberhautzellen der Spelzen mit darunter verlaufenden faserförmigen Zellen. Die Oberhautzellen haben, wie früher (S. 32 u. 35) für Gersten- und Haferspelzen beschrieben, stark gewellte Wände, sind in Reihen angeordnet und teils als Lang-, teils als Kurzzellen ausgebildet.

Holzmehl.

Der Zusatz von Holzmehl zu Mehl und Brot ist in Phlorogluzin-Salzsäurepräparaten leicht an der eintretenden Rotfärbung nachzuweisen, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß auch Strohmehle und Spelzenspreumehl in den Gefäßbündelfragmenten und Faserzellen verholzte Elemente enthalten.

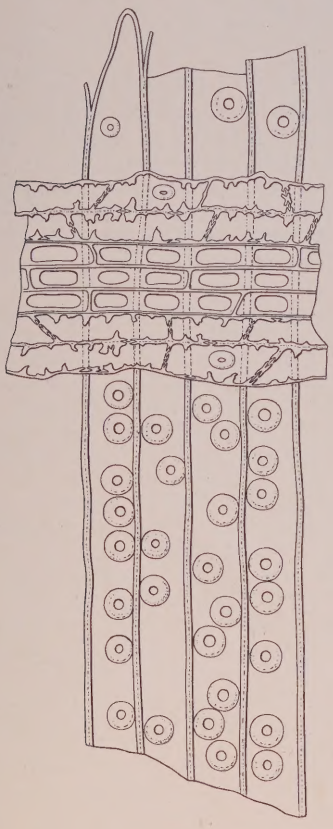


Abb. 126. Bruchstück von Nadelholz. Tracheiden mit darüber verlaufendem Markstrahl.
Vergr. 200fach.

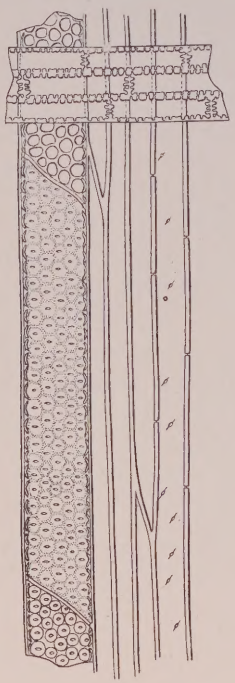


Abb. 127. Bruchstück von Pappelholz. Gefäß mit anliegenden Holzfasern und Tracheiden, sowie darüber verlaufendem Markstrahl.
Vergr. 200fach.

Die weitere Untersuchung des Holzmehles wird sich im allgemeinen auf die Feststellung beschränken, ob es sich um Nadelholz oder Dikotyledonenholz handelt.

Nadelholz ist an dem ausschließlichen Vorkommen von Tracheiden im Holz zu erkennen. Die Tracheiden besitzen Hoftüpfel, die sich entweder im Querschnitt oder, was meist der Fall ist, in Aufsicht, also als konzentrische Kreise zeigen (Abb. 126). Quer zu den langgestreckten Tracheiden verlaufen oft Markstrahlen mit ihren annähernd rechteckigen Zellen.

Laubholzmehl (Abb. 127) unterscheidet sich von Nadelholzmehl durch eine größere Vielgestaltigkeit der Holzelemente, insbesondere durch das Vorhandensein von echten Gefäßen. Die hier anzutreffenden wichtigsten Elemente sind:

Spiral- und Ringgefäße,
Tüpfelgefäße von bedeutendem Durchmesser;
Tracheiden mit Spalt- oder Hoftüpfeln;
Holzfasern;
langgestreckte unverdickte Zellen;
Markstrahlelemente mit quadratischen oder rechteckigen Zellen.

Wenn Holzmehl an Brot nachgewiesen wird, braucht es sich übrigens durchaus nicht immer um einen unerlaubten Zusatz zu handeln. Vielmehr wird die Backofenfläche oft mit Holzmehl bestreut, um ein Anbacken des Brotes zu vermeiden. Zu dem gleichen Zweck werden weiter auch Strohmehl und Spelzenspreumehl verwendet; auch Steinnußmehl, dessen mikroskopische Merkmale später behandelt sind, (S. 145), wird als „Streumehl“ gebraucht.

III. Die stärkehaltigen Hülsenfrüchte und ihre Mahlprodukte.

Die allgemeinen Bauverhältnisse der Leguminosensamen.

Die Hülsenfrüchte der Leguminosen enthalten kugelige bis flache Samen, deren Gewebe reichlich eiweißartige Reservestoffe, sowie entweder Stärke oder Öl, selten beide Stoffe gleichzeitig führen. Im übrigen weisen alle Leguminosensamen, vor allem auch die infolge ihres Eiweiß- und Stärkegehaltes für die menschliche Ernährung wichtigen Arten, in ihrem Bau weitgehende Übereinstimmungen auf. Der Same besteht fast stets nur aus zwei Hauptteilen: Samenschale und Keimling; das Nucellargewebe ist kollabiert und liegt der Samenschale als innerste Schicht an, während ein Endosperm mit vereinzelten Ausnahmen, die aber bei den im Folgenden behandelten stärkehaltigen Hülsenfrüchten nicht in Frage kommen, überhaupt nicht entwickelt ist.

Die mikroskopische Untersuchung erfordert Quer- und Flächenschnitte durch die Samenschale, Querschnitte durch das Keimblattgewebe, Flächenschnitte durch die innere und äußere Oberhaut der Keimblätter, sowie die Prüfung der Stärkekörner. Um gute Schnitte zu erhalten, empfiehlt es sich, das Untersuchungsmaterial vorher in Wasser zu quellen und auf einige Zeit in Glyzerin-Alkohol zu übertragen; die Samenschale wird zweckmäßig von den so behandelten Samen abgezogen und in Hollundermark oder Kork geschnitten.

Die Samenschale zeigt stets drei verschiedene Schichten: die äußere, aus schmalen, hohen Zellen gebildete Palisadenschicht, eine darunter befindliche, ebenfalls sehr charakteristische Trägerzellenschicht, sowie innere Zellschichten, die von parenchymatischen, oft mehr oder minder kollabierten und diagnostisch meist wertlosen Zellen gebildet werden.

Der Keimling besteht fast ganz aus den beiden großen Keimblättern, deren meist parenchymatische und nur schwach verdickte Zellen mit kleinen Aleuronkörnern und, soweit es sich um stärkehaltige Hülsenfrüchte handelt, außerdem mit Stärkekörnern vollgepfropft sind; nur die Epidermis der Keimblätter, deren Zellen meist dünnwandiger und auch sonst abweichend gebaut sind, ist stets frei von Stärke.

Die Stärkekörner der Hülsenfrüchte sind im allgemeinen ebenfalls übereinstimmend gebaut, so daß es oft schwer oder unmöglich ist, die Stärke verschiedener Leguminosen sicher zu unterscheiden. Da die Stärkekörner fast stets durch längliche Form, konzentrische Schichtung und Kernspalten charakterisiert sind, ist es andererseits einfach, Leguminosenmehl als solches sofort zu erkennen. Zur Bestimmung der Herkunftspflanze muß aber meist auf die Zellbestandteile der Keimblätter und Bruchstücke der Samenschale zurückgegriffen werden.

Ganze Leguminosensamen sind meist an Form und Farbe ohne weiteres zu erkennen; immerhin kann auch hier unter Umständen die mikroskopische Kontrolle notwendig sein; so sehen einige Spielarten der Mondbohne (*Phaseolus lunatus* L.) der gewöhnlichen Bohne (*Phaseolus vulgaris* L.) so ähnlich, daß die mikroskopische Prüfung zweckmäßig oder notwendig sein kann. Im übrigen hat die mikroskopische Untersuchung vor allem Wert für den Herkunftsnachweis von Mehlen. Leguminosenmehl wird viel zur Bereitung von Suppen gebraucht, findet aber auch als Streckungsmittel anderer Mehle und Pulver Verwendung; backfähig ist Leguminosenmehl trotz seines hohen Eiweißgehaltes nicht.

Erbse.

Die Samen der Gartenerbse (*Pisum sativum* L.), deren Heimat wir im Mittelmeergebiet zu suchen haben, sehen bei den verschiedenen, durch die Kultur entstandenen Spielarten nicht immer gleich aus; meist sind sie kugelig und glatt, oft aber auch unregelmäßig kantig und runzelig, während die Farbe zwischen weißlich-gelb und grün variiert. Die in verschiedenen Gegenden ebenfalls der menschlichen Ernährung dienenden Samen der Ackererbse oder Peluschke (*Pisum arvense* L.) sind kleiner und von dunkler Farbe (Abb. 128). Die anatomischen Unterschiede zwischen beiden *Pisum*-Arten sind gering und beschränken sich in der Hauptsache auf die Samenschale, die bei der Peluschke derber ist und im Gegensatz zur Gartenerbse Palisadenzellen mit dunklem Inhalt aufweist. Es genügt daher, im Folgenden die anatomischen Bauverhältnisse von *Pisum sativum* näher zu beschreiben.

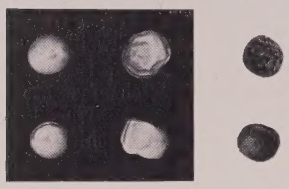


Abb. 128. Samen der Erbse (links) und Peluschke (rechts). Nat. Gr.

Bau der Samenschale.

Querschnitte lassen von außen nach innen folgende Schichten erkennen (Abb. 129):

die Palisadenschicht aus prismatischen Zellen von 10—15 μ Durchmesser und 70 bis 110 μ Höhe, mit oben strichförmigem, im unteren Teil verbreitertem Lumen und hier oft gewellten Wänden. In geringer Entfernung von der Oberfläche der nach außen leicht vorgewölbten Zellen verläuft eine Lichtlinie;

die Trägerzellenschicht aus sanduhr- oder spulenförmigen Zellen, deren oberer verbreiterter Teil der Palisadenschicht anliegt, während der ebenfalls verbreiterte Fuß mit den darunter befindlichen Zellen verwachsen ist;

innere Schichten aus parenchymatischen Zellen mit reichlichen Interzellularen.

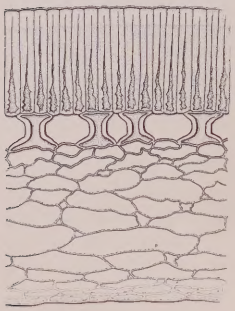


Abb. 129. Querschnitt durch die Samenschale der Erbse. Vergr. 200fach.

Flächenschnitte durch die äußeren Schichten der Samenschale vervollständigen das Bild (Abb. 130). Das Aussehen der Palisadenzellen ist je nach der Einstellung verschieden; bei hoher Einstellung wird die fein geaderte Cuticula sichtbar; bei mittlerer und tiefer Einstellung sind kleine isodiametrische Zellen mit zahlreichen Tüpfelkanälen zu erkennen; das Lumen ist bei mittlerer Einstellung sehr klein, bei tiefer Einstellung größer.

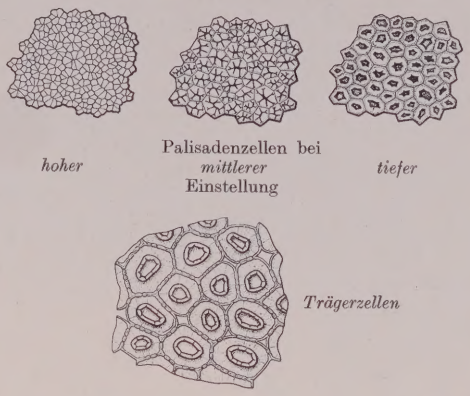


Abb. 130. Elemente der Samenschale der Erbse in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die Trägerzellen zeigen sich in Flächenansichten als polygonale Zellen mit inneren konzentrischen Ringen, die dem mittleren Teil der sanduhrförmigen Zellen entsprechen. Die Wände der Trägerzellen sind feingetüpfelt und weisen an den zusammenstoßenden Ecken kleine Interzellularen auf.

Bau der Keimblätter.

Der Keimling besteht zur Hauptsache aus zwei halbkugeligen Keimblättern, deren Epidermiszellen nur Aleuronkörner enthalten, während alle übrigen Zellen sowohl Eiweiß wie Stärke führen.

Flächenschnitte durch die Oberhaut der Keimblätter geben ein etwas verschiedenes Bild, je nachdem die Schnitte an der gewölbten

Abb. 131. Oberhautzellen der Keimblätter der Erbse, links von der flachen, rechts von der gewölbten Seite des Keimblattes (Flächenansichten). Vergr. 200fach.

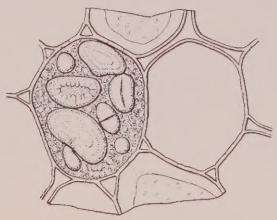


Abb. 132. Kotyledonarzellen der Erbse. Vergr. 200fach.

oder der flachen Seite der Keimblätter hergestellt werden (Abb. 131). Die Epidermiszellen der gewölbten Seite sind besonders schmal und gruppenweis parallel angeordnet, wobei die Richtung der einzelnen Gruppen wechselt; die Epidermiszellen der flachen und inneren Seite der Kotyledonen sind breiter und lassen die gruppenförmige Anordnung sowie den Richtungswechsel der einzelnen Gruppen weniger deutlich erkennen.

Querschnitte durch die Kotyledonen (Abb. 132) zeigen schwach verdickte und zart getüpfelte Zellen parenchymatischen Charakters mit reichlichen, meist dreieckigen Interzellularen. Die Wandstärke beträgt 2—4 μ. Der Inhalt der Zellen besteht aus Aleuronkörnern, Plasmaresten und Stärkekörnern.

Die Stärkekörner (Abb. 133) erreichen eine Größe bis zu 45 μ, sind überwiegend oval und oft mit Ausbuchtungen und Buckeln versehen; besonders häufig sind auch bohnen- und nierenförmige Körner; die großen Körner sind zart, aber deutlich konzentrisch geschichtet und haben eine längliche, in Risse ausgehende Kernspalte oder eine oft große Kernhöhle. Bei den kleinen Körnern überwiegen rundliche Formen, auch kommen unter ihnen, wenn auch selten, zusammengesetzte vor.

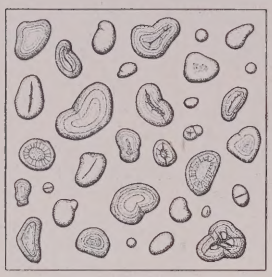


Abb. 133. Erbsenstärke. Vergr. 200fach.

Erbsenmehl.

Erbsenmehl besteht zur Hauptsache aus den ziemlich gleichmäßig gebauten und mit Aleuron- und Stärkekörnern gefüllten Kotyledonarzellen; auch die Epidermiszellen der Keimblätter lassen sich stets auffinden, während der Nachweis von Fragmenten der Samenschale davon abhängt, ob das Mehl aus geschälten oder ungeschälten Erbsen hergestellt ist. Auf die Unterscheidungsmerkmale von Erbsen-, Linsen- und Bohnenmehl ist später (S. 77) näher eingegangen.

Linse.

Die Linse (*Lens esculenta* Moench.) stammt aus dem Mittelmeergebiet. Ihre Samen sind kreisförmig flach mit leicht gewölbten Flächen; die Farbe schwankt zwischen hellgelb, grünlich, braun und schwärzlich.

Abb. 134. Querschnitt durch die Samenschale der Linse. Vergr. 200fach.

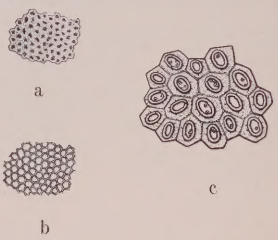


Abb. 135. Palisadenzellen und Trägerzellen der Samenschale der Linse in Flächenansicht. a) Palisadenzellen bei hoher, b) bei tiefer Einstellung, c) Trägerzellen. Vergr. 200fach.

Bau der Samenschale. Die Samenschale ist verhältnismäßig zart und läßt auf dem Querschnitt folgende Schichten erkennen (Abb. 134): die Palisadenschicht aus 40—50 μ hohen und nur 8 μ breiten Säulenzellen, deren Wände im unteren Teil unverdickt, im oberen stark

verdickt sind; sie enden nach außen in eine kleine Papille und enthalten vielfach noch Reste von Plasma und Chlorophyll; dicht unterhalb der Papillen ist eine Lichtlinie sichtbar;

die Trägerzellenschicht aus Zellen, die sich mit ihrem unteren breiten und unverdickten Teil berühren; diesem sitzt ein verdickter sanduhr- oder spulenförmiger Teil auf. Auch im Innern dieser Zellen sind Plasma- und Chlorophyllreste vorhanden;

innere Schichten aus parenchymatischem Gewebe; die innersten Zelllagen sind stark kollabiert.

Flächenschnitte zeigen den überaus kleinzelligen Bau der Palisadenschicht; je nach der Einstellung auf den oberen verdickten oder den unteren unverdickten Teil ist das Aussehen der Palisadenzellen ver-

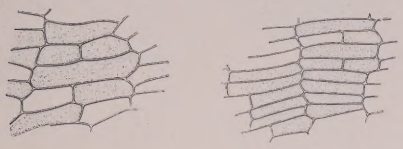


Abb. 136. Oberhautzellen der Keimblätter der Linse, links von der flachen inneren, rechts von der gewölbten äußeren Seite des Keimblattes (Flächenansichten). Vergr. 200fach.

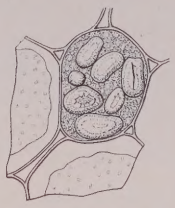


Abb. 137. Kotyledonarzellen der Linse. Vergr. 200fach.

schieden (Abb. 135 a, b). Die Trägerzellenschicht bildet in Flächenansichten ein aus polygonalen Zellen bestehendes, lückenloses Gewebe; in der Mitte jeder Zelle tritt der stark verdickte Teil als doppelt konturiertes Oval hervor (Abb. 135 c).

Bau der Keimblätter. Flächenschnitte durch die Oberhaut der Keimblätter lassen gestreckte dünnwandige Zellen mit feinkörnigem Inhalt erkennen. Die Zellen der flachen Seite sind breiter als die der gewölbten Seite. Im Gegensatz zur Erbse sind die Oberhautzellen der Keimblätter der Linse alle gleichsinnig gestreckt (Abb. 136).

Das Innere der Kotyledonen besteht aus parenchymatischen, schwach verdickten und kaum getüpfelten Zellen mit zahlreichen, aber meist engen Interzellulargängen (Abb. 137). Die Wandstärke ist deutlich geringer als bei der Erbse. Die Zellen enthalten Aleuron- und Stärkekörner.

Die Stärkekörner der Linse (Abb. 138) sind ähnlich gebaut wie die der Erbse, also ebenfalls konzentrisch geschichtet und bei den größeren Formen länglich. Die Größe der Stärkekörner ist etwas geringer als bei der Erbsenstärke und überschreitet selten 40 μ. Kernspalten und Kernhöhlen sind bei der Linse oft weniger deutlich.

Abb. 138. Linsenstärke. Vergr. 200fach.

Linsenmehl enthält neben den Elementen der Keimblätter stets auch Bestandteile der Samenschale.

Bohne.

Unter Bohnen verstehen wir im allgemeinen die Samen der in mannigfachen Spielarten angebauten Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris* L.), die aus Südamerika stammt. Größe und Farbe der nierenförmigen Samen sind bei den einzelnen Kulturrassen sehr verschieden; im mikroskopischen Bau liegen aber kaum Unterschiede vor, wenn wir von den verschiedenartigen oder ganz fehlenden Farbstoffeinlagerungen der Samenschale bei dunklen und hellen Varietäten absehen.

Bau der Samenschale: Querschnitte durch die Samenschale (Abb. 139) zeigen wiederum 3 Schichten:

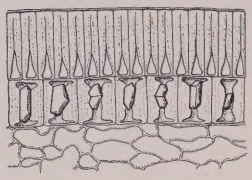


Abb. 139. Querschnitt durch den äußeren Teil der Samenschale der Bohne. Vergr. 200fach.

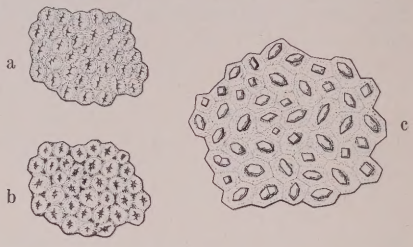


Abb. 140. Palisadenzellen (*a* hohe, b tiefe Einstellung) und Trägerzellen (c) der Bohne in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Palisadenzellen von etwa 40 μ Höhe mit kurz kegelförmigem Lumen an der Basis und einer Lichtlinie im oberen Teil;

Trägerzellen, die eine geschlossene, von Interzellularen freie Schicht bilden; sie sind rechteckig, dickwandig und enthalten in dem kleinen und unregelmäßigen Lumen einen, seltener zwei derbe Kalziumoxalatkristalle, durch deren Vorhandensein sich die Samenschale der Gartenbohne von derjenigen anderer Leguminosensamen deutlich unterscheidet;

Innenschichten schwamm- oder sternparenchymatischen Charakters.

Auf Flächenschnitten durch die Samenschale geben die Palisadenzellen je nach der Einstellung ein verschiedenes Bild (Abb. 140); zwischen den einzelnen Zellen sind meist feine Interzellularen sichtbar.

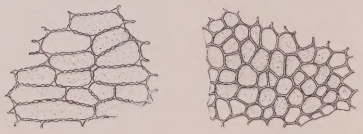


Abb. 141. Oberhautzellen der Keimblätter der Bohne in Flächenansicht, links von der flachen, rechts von der gewölbten Seite des Keimblattes. Vergr. 200fach.

Die Trägerzellenschicht zeigt sich als eine lückenlose Lage dickwandiger Zellen mit den schon erwähnten charakteristischen Kristallen, die besonders bei Untersuchung im polarisierten Licht (Abb. 3, S. 15) auffallen.

Bau der Keimblätter. Das Innere des Samens besteht fast ganz aus den beiden großen, zu Reservestoffbehältern umgebildeten Keimblättern.

Flächenschnitte durch die Oberhaut der Keimblätter geben ein von den entsprechenden Schichten der Erbse und Linse deutlich abweichendes Bild (Abb. 141); die Oberhautzellen der gewölbten Seite sind gleichmäßig

polygonal mit sehr kleinen Interzellularen, die der ebenen inneren Seite mehr oder minder gestreckt mit zart perlschnurförmig verdickten Wänden.

Die inneren Zellen der Kotyledonen (Abb. 142) sind größer, derbwandiger, deutlicher und mehr rundlich getüpfelt als bei Erbse und Linse; die Wandstärke beträgt meist 5 μ.

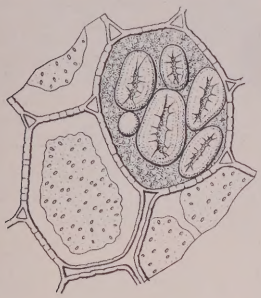


Abb. 142. Kotyledonarzellen der Bohne. Vergr. 200fach.

Abb. 143. Bohnenstärke. Vergr. 200fach.

Die Stärkekörner der Bohne (Abb. 143) sind denen von Erbse und Linse sehr ähnlich. Der geübte Beobachter kann sie jedoch an der bedeutenderen Größe (bis 60 μ) und der im allgemeinen schlankeren Form, an den schärferen Konturen, der besonders starken Schichtung, sowie den fast stets vorhandenen schmalen, dabei aber deutlich hervortretenden Kernspalten unterscheiden; größere und undeutliche Kernhöhlen pflegen zu fehlen.

Erbsen-, Linsen- und Bohnenmehl.

Während es auch dem Anfänger keine Schwierigkeiten macht, Leguminosenmehl an der charakteristischen Form der Stärkekörner als solches zu erkennen, ist die Unterscheidung von Erbsen-, Bohnen- und Linsenmehl nicht so einfach.

Die Untersuchung wird sich im einzelnen so gestalten, daß zunächst die Stärkekörner geprüft werden; schlanke, scharf konturierte, sehr regelmäßig geschichtete Körner mit besonders deutlichen Kernspalten weisen auf Bohnenstärke hin, während die eindeutige Abgrenzung von Linsen- und Erbsenstärke infolge ihrer größeren Ähnlichkeit kaum möglich ist. Weitere Anhaltspunkte geben dann die stets in Leguminosenmehl vorhandenen zahlreichen Zellfragmente der Kotyledonargewebe. Sehr dünne Zellwände und verhältnismäßig kleine Zellen sprechen für Linse; stärkere Zellwände mit undeutlicher Tüpfelung für Erbse, derbe und deutlich getüpfelte Membranen für Bohne. Neben den inneren Zellen der Kotyledonen, welche mit ihrem Inhalt den Hauptbestandteil des Mehles bilden, muß nach Bruchstücken der Keimblattoberhaut gesucht werden, weil diese bei Erbse, Linse und Bohne verschieden gebaut ist.

Soweit das in Frage stehende Mehl aus ungeschälten Samen hergestellt ist, geben die Fragmente der Samenschale sehr wichtige und eindeutige Merkmale ab. Auch bei Mehlen aus geschälten Samen sind diese Fragmente, wenn auch nur in Spuren, oft noch anzutreffen; sie können hier allerdings meist erst unter Zuhilfenahme der Bodensatzprobe (S. 10) nachgewiesen werden.

Im folgenden sind die Hauptmerkmale von Erbsen-, Linsen- und Bohnenmehl übersichtlich zusammengestellt.

Unterscheidungsmerkmale von Erbsen-, Linsen- und Bohnenmehl.

	Erbse	Linse	Bohne
Stärkekörner	bis 45 μ groß, oval, oft gebuckelt, konzentrisch geschichtet, mit Kernspalten oder Kernhöhlen	ähnlich der Erbse, aber etwas kleiner, Kernspalten oder Kernhöhlen oft undeutlich	bis 60 μ groß, schmaloval bis nierenförmig, mit besonders deutlicher konzentrischer Schichtung und scharf hervortretenden Kernspalten
Innere Kotyledonarzellen	Zellwände etwa 3 μ stark, schwach getüpfelt	dünnwandig, etwa 2 μ stark, Tüpfelung kaum sichtbar	derbwandig, etwa 5 μ stark, mit deutlicher Tüpfelung
Epidermiszellen der gewölbten äußeren Keimblattseite	gestreckt, dünnwandig, gruppenweis in verschiedener Richtung angeordnet	gestreckt, dünnwandig, in einer Richtung verlaufend	polygonal, mit sehr kleinen Interzellularen
Epidermiszellen der flachen inneren Keimblattseite	schwach gestreckt, dünnwandig, mit undeutlichem Richtungswechsel der einzelnen Gruppen	schwach gestreckt, dünnwandig, in einer Richtung verlaufend	schwach gestreckt, mit perlschnurartig verdickten Zellwänden
Palisadenzellen der Samenschale	derb, 70—110 μ hoch	sehr schlank, etwa 40—50 μ hoch, in eine Papille endigend	derb, etwa 40 μ hoch
Trägerzellen der Samenschale im Querschnittsbild	spulenförmig, kräftig, derbwandig	zierlich, im oberen Teil spulenförmig, im unteren bauchig verbreitert	prismatisch, sehr derbwandig, mit Kristallen
Trägerzellen der Samenschale in Flächenansicht	polyedrisch mit getüpfelten Wänden und Interzellularen, in der Mitte ein derbwandiger Ring	klein, polyedrisch, mit zarten, ungetüpfelten Wänden, in der Mitte ein zarter Ring	polyedrisch, derbwandig, mit Kristallen, lückenlos zusammenschließend

Mondbohne.

Die Mondbohne (*Phaseolus lunatus* L.), auch als Rangoon-, Lima- und indische Bohne bezeichnet, ist eine aus Südamerika stammende, heute in allen tropischen Ländern kultivierte Pflanze. Ihre Samen stellen in den wärmeren Ländern ein wichtiges Nahrungsmittel dar, werden aber auch nach Europa ausgeführt. Ihr Genuß ist nicht immer ungefährlich, da sie ein Blausäure abspaltendes Glykosid enthalten.

Größe, Form und Farbe der Samen schwanken weitgehend (Abb. 144). Typische Samen sind 1½—2½ cm groß, flach und im Gegensatz zur Gartenbohne etwas unsymmetrisch. Charakteristisch ist weiter eine zarte vom

Nabel nach dem Rücken verlaufende Strahlung. Bei kleinen Samenvarietäten sind diese Merkmale weniger deutlich ausgeprägt, so daß solche Samen von denen der Gartenbohne nicht immer ohne weiteres unterschieden werden können. Die Farbe der Mondbohne schwankt bei den einzelnen Varietäten zwischen weiß, gelb, rotbraun und schwarz; recht häufig sind auch gefleckte Spielarten.

Da die äußeren Unterschiede zwischen Mondbohne und Gartenbohne nicht immer ohne weiteres zu erkennen sind, so hat die mikroskopische Untersuchung erhöhte Bedeutung.

Abb. 144. Mondbohne. Nat. Größe.

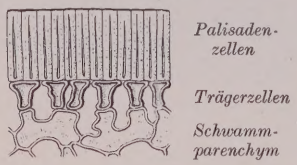


Abb. 145. Querschnitt durch den äußeren Teil der Samenschale der Mondbohne. Vergr. 200fach.

Bau der Samenschale.

Der mikroskopische Bau der Samenschale ist für die Mondbohne besonders charakteristisch. Querschnitte durch die Samenschale (Abb. 145) zeigen außen eine 50—80 μ hohe Palisadenschicht, unter der sich eine etwa halb so große Trägerzellenschicht aus trichterförmigen Zellen befindet. Diese Zellen liegen mit ihrem breiten oberen Ende der Palisadenschicht an und verjüngen sich trichterförmig nach innen, wo sie mit einem teilweise nur schwach ausgebildeten Fuß den dornartigen Fortsätzen der schwammparenchymatischen Zellen der inneren Samenschalenteile aufsitzen. Im Gegensatz zur Gartenbohne sind die Trägerzellen der Mondbohne frei von Kristallen.

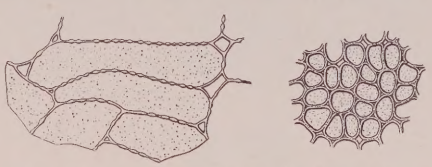


Abb. 146. Oberhautzellen der Keimblätter der Mondbohne, links von der flachen, rechts von der gewölbten Seite des Keimblattes (Flächenansichten). Vergr. 200fach.

Bau der Keimblätter.

Die Oberhaut der Keimblätter (Abb. 146) ist bei der Mondbohne ähnlich gebaut wie bei der Gartenbohne; die Epidermis der gewölbten äußeren Seite wird aus polygonalen, die der flachen inneren Seite aus länglichen, perlschnurartig verdickten Zellen gebildet. Ebenso sind die inneren Kotyledonarzellen der Mondbohne (Abb. 147) den entsprechenden Zellen der Gartenbohne ähnlich; die Tüpfelung ist jedoch meist noch deutlicher als bei dieser, auch pflegen die Interzellularen größer und auffallender zu sein.

Die Stärkekörner der Mondbohne (Abb. 148) sind im Durchschnitt etwas größer, mächtiger und gleichmäßiger als die der Gartenbohne; nieren-

förmige und gebuckelte Körner finden sich seltener. Die Schichtung der überwiegend oval ausgebildeten Körner, ebenso die Kernspalten treten stets deutlich hervor. Ganz vereinzelt kommen auch kleine, schwach zusammengesetzte Körner vor.

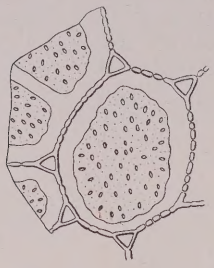


Abb. 147. Kotyledonarzellen der Mondbohne. Vergr. 200fach.

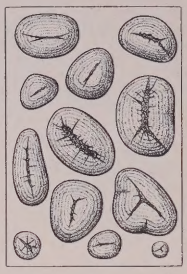


Abb. 148. Stärkekörner der Mondbohne. Vergr. 200fach.

Der Nachweis der Mondbohne.

Zur Bestimmung ganzer Samen genügen Querschnitte durch die Samenschale; trichterförmige Trägerzellen ohne Kristalle beweisen, daß Mondbohne vorliegt. Auch bei der Prüfung von Bohnenmehlen muß von der Trägerzellenschicht ausgegangen werden, da die Gewebe und Zellinhaltsstoffe der Kotyledonen bei Mondbohne und Gartenbohne trotz gewisser Unterschiede der Zellwände und Stärkekörner doch so ähnlich sind, daß Verwechslungen nicht ausgeschlossen scheinen.

Echte Mungobohne.

Die Samen der in Ostindien heimischen echten Mungobohne (*Phaseolus radiatus* L.) sind nur 4—5 mm groß, rundlich-walzenförmig, von matter, braungrüner Farbe und haben einen auffallenden weißen Nabel (Abb. 149).

Abb. 149. Same der echten Mungobohne, *Phaseolus radiatus* L. Vergr. 2fach.

Abb. 150. Querschnitt durch den äußeren Teil der Samenschale von *Phaseolus radiatus* L. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch die Samenschale (Abb. 150) zeigen eine 40—50 μ hohe Palisadenschicht mit nach außen sich keilförmig verdickenden Zellwänden; eine derbe, vielfach gefaltete Cuticula liegt der Palisadenschicht auf. Die unterhalb der Palisaden liegenden, undeutlich sanduhrförmigen Trägerzellen sind klein, etwas breiter (20 μ) als hoch (12 μ). Flächenschnitte durch die Samenschale (Abb. 151) lassen vor allem die Cuticula der Palisadenschicht als wichtiges Merkmal hervortreten; sie bildet über den je nach der Einstellung eng- oder weitlumig erscheinenden Palisadenzellen ein grobes, dunkles Maschennetz aus feinen Körnern und Strichen. Die

darunter liegenden Trägerzellen sind verhältnismäßig zartwandig und bieten nichts Charakteristisches.

Die stärkefreien Oberhautzellen der Keimblätter sind auf der gewölbten äußeren Seite polygonal, auf der flachen Seite der Kotyledonen langgestreckt. Die inneren Kotyledonarzellen sind wenig verdickt und schwach getüpfelt; sie enthalten Aleuron und Stärke. Die Stärkekörner (Abb. 152) sind klein, meist etwa 25 μ, selten über 30 μ, im allgemeinen ellipsoidal, zuweilen fast rundlich; ausgesprochen gestreckte und lappige Formen sind seltener. Sie zeigen entweder deutliche, allerdings feine Kernspalten oder größere Kernhöhlen; die konzentrische Schichtung tritt nur schwach hervor.

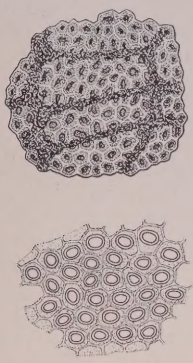


Abb. 151. Palisadenschicht und Trägerzellenschicht der Samenschale von *Phaseolus radiatus* L. in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Abb. 152. Stärkekörner von *Phaseolus radiatus* L. Vergr. 200fach.

Adzuki-Bohne.

Die Adzuki-Bohne (*Phaseolus angularis* [Willd.] W. F. Wright), ebenfalls als Mungobohne bezeichnet, wird vor allem in Ostasien gebaut, kommt aber auch nach Europa, insbesondere nach England. Die Samen ähneln in der Form denen der echten Mungobohne, sind aber größer (ca. 8 mm) und von dunkel braunrötlicher Farbe sowie glänzender Oberfläche.

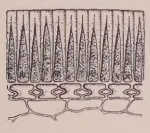


Abb. 153. Querschnitt durch den äußeren Teil der Samenschale der Adzuki-Bohne (*Phaseolus angularis* [Willd.] W. F. Wright). Vergr. 200fach.

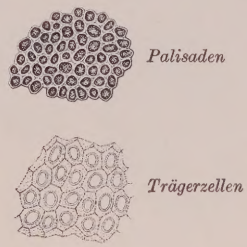


Abb. 154. Palisadenschicht und Trägerzellen der Samenschale der Adzuki-Bohne in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Querschnitte und Flächenschnitte durch die Samenschale (Abb. 153 und 154) zeigen, daß sowohl Palisadenzellen wie Trägerzellen denjenigen von *Phaseolus radiatus* außerordentlich ähnlich sind. Die Palisadenzellen sind etwas höher (bis 60 μ) und schlanker; ferner entbehren sie der für *Phaseolus radiatus* typischen, maschenförmig gefalteten Cuticula.

Die Keimblätter weisen, sowohl was die Oberhautzellen wie die inneren Zellen betrifft, den gleichen Bau auf, wie *Phaseolus radiatus*; dagegen geben die Stärkekörner ein eindeutiges Unterscheidungsmerkmal beider Bohnenarten ab. Die Stärkekörner der Adzuki-Bohne sind mehr als doppelt so groß wie die der echten Mungobohne und erreichen zuweilen 85 μ (Abb. 155). Die Form ist ellipsoidal, bei den kleinen Körnern rundlich; häufig sind dreieckige und gelappte Formen. Kernspalten sind stets vorhanden, die feine Schichtung ist meist deutlich sichtbar.

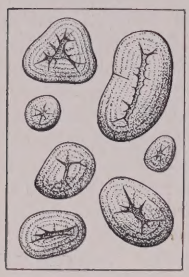


Abb. 155. Stärkekörner der Adzukibohne (*Phaseolus angularis*). Vergr. 200fach.

Ackerbohne.

Die Samen der wahrscheinlich im Mittelmeergebiet beheimateten Ackerbohne, der auch Puff-, Sau- oder Pferdebohne genannten *Vicia Faba* L., variieren bei den einzelnen Kulturformen sehr stark in Größe, Form und Farbe (Abb. 156). Neben kleinen, fast rundlichen Samen kommen große, flachsamige Spielarten vor, während die Farbe alle Übergänge zwischen hellgelbgrün über braun und graublau zu violett-schwarz zeigt.

Die Samenschale der Ackerbohne ist ziemlich kräftig gebaut. Querschnitte (Abb. 157) zeigen eine äußere, etwa 160 μ hohe Palisadenschicht aus 15—25 μ breiten, in der oberen Hälfte stark verdickten Zellen; die darunter befindlichen derbwandigen Trägerzellen sind spulenförmig, 50—75 μ hoch und in ihrem oberen und unteren Ende etwa ebenso breit. Die inneren Schichten der Samenschale werden aus parenchymatischen, zuweilen undeutlich getüpfelten Zellen gebildet.

Abb. 156. Verschiedene Formen der Ackerbohne (*Vicia Faba* L.) Nat. Größe.

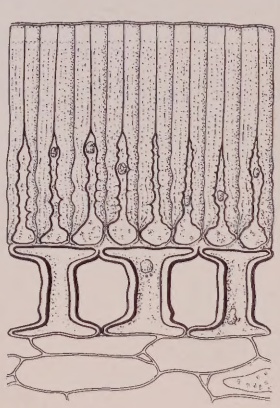


Abb. 157. Querschnitt durch den äußeren Teil der Samenschale der Ackerbohne. Vergr. 200fach.

Auf Flächenschnitten besitzen die Palisadenzellen polyedrische Form; bei hoher Einstellung (Abb. 158 a) lassen sie die gerieften Cuticula, bei tiefer Einstellung (Abb. 158 b) das oft noch mit Zellinhaltsstoffen versehene Lumen erkennen. Die Trägerzellen (Abb. 158 c) zeigen sich als isodiametrische Zellen mit fein getüpfelten Membranen und reichlichen Interzellularen, ihr mittlerer Teil als derbwandiger Ring.

Die Oberhaut der Keimblätter ist frei von Stärke; sie wird nur auf der flachen inneren Seite der Kotyledonen aus gruppenförmig gekreuzt

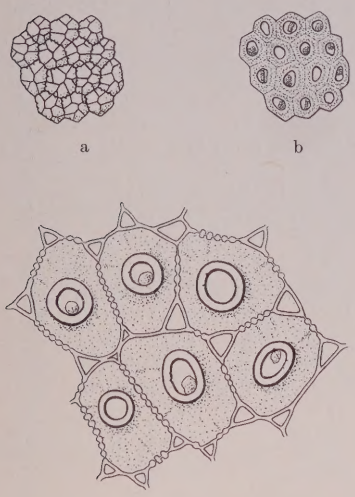


Abb. 158. Palisaden- und Trägerzellen der Samenschale der Ackerbohne in Flächenansicht. — a Palisadenzellen bei hoher, b bei tiefer Einstellung, c Trägerzellen. Vergr. 200fach.

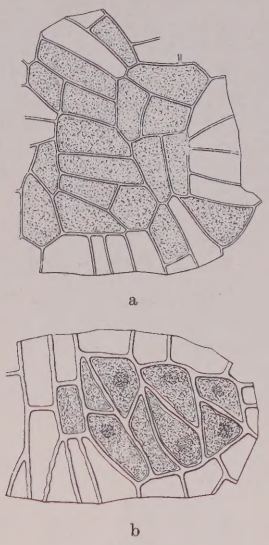


Abb. 159. Oberhaut der Kotyledonen der Ackerbohne in Flächenansicht. — a) von der flachen inneren, b) von der gewölbten äußeren Keimblattseite. Vergr. 200fach.

angeordneten, dünnwandigen Zellen gebildet, während die Oberhautzellen der äußeren gewölbten Keimblattseite etwas derber ausgebildet sind und annähernd in einer Richtung verlaufen (Abb. 159).

Im Inneren bestehen die Kotyledonen aus verhältnismäßig dünnwandigen, undeutlich getüpfelten Zellen meist gestreckter Form (Abb. 160), die Stärke und Aleuron führen.

Die Stärkekörner (Abb. 161) zeigen das typische Bild der Leguminosenstärke. Ihre Größe schwankt meist zwischen 30 und 50 μ; neben elliptischen Formen sind gebuckelt-kantige Formen häufig. Die kon-

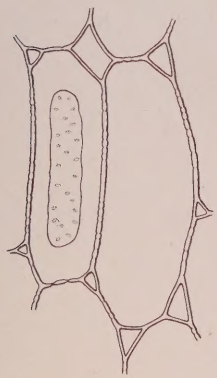


Abb. 160. Kotyledonarzellen der Ackerbohne. Vergr. 200fach.

Abb. 161. Stärkekörner der Ackerbohne. Vergr. 200fach.

zentrische Schichtung tritt deutlich hervor; im Inneren sind Kernspalten oder häufiger größere Kernhöhlen erkennbar.

In Mahlprodukten sind Bestandteile der Pferdebohnen in erster Linie an den derben Palisaden- und Trägerzellen der Samenschale zu erkennen; daneben geben auch die Oberhautzellen der Keimblätter ein Unterscheidungsmerkmal von Erbse, Linse und Gartenbohne ab.

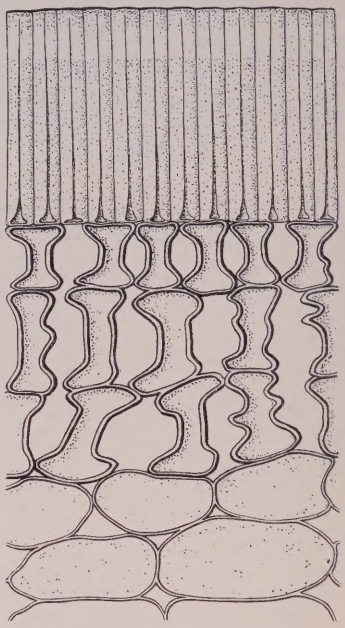


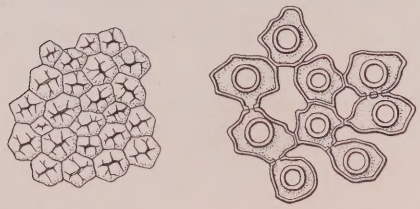
Abb. 163. Querschnitt durch den äußeren Teil der Samenschale von *Canavalia*. Vergr. 200fach.

Canavalia-Bohne.

Canavalia ensiformis DC. und andere in den Tropen angebaute *Canavalia*-Arten haben leicht abgeflachte, ovale Samen von 1½ bis 3 cm Größe (Abb. 162). Ihre Farbe

Abb. 162. *Canavalia*-Bohnen. Nat. Größe.

ist entweder weiß oder rot bis rotbraun; von anderen Bohnen unterscheiden sie sich vor allem durch eine auffallende Nabelbildung.



Palisaden *Trägerzellen*

Abb. 164. Palisaden- und Trägerzellen der Samenschale von *Canavalia* in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die Samenschale der *Canavalia*-Bohne ist besonders kräftig entwickelt. Querschnitte (Abb. 163) zeigen außen eine etwa 150 μ hohe Palisadenschicht aus sehr stark verdickten Säulenzellen. Darunter liegt eine 2—4fache Trägerzellenschicht, die weiter nach innen in ein großzelliges, ebenfalls reichlich mit Interzellularen versehenes Parenchym übergeht. Die äußeren Trägerzellen haben Sanduhrform, die inneren sind oft recht unregelmäßig gestaltet. Auf Flächenschnitten zeigen sich die derbwandigen Palisadenzellen reichlich getüpfelt, während die Trägerzellen ein lockeres Gewebe bilden (Abb. 164).

Die Oberhaut der Keimblätter ist derjenigen der Garten- und Mondbohne recht ähnlich, nur sind die ebenfalls perlschnurartig getüpfelten Epidermiszellen der inneren flachen Seite nicht gestreckt, sondern scharfkantig polyedrisch. Dagegen sind die inneren Kotyledonarzellen bei *Canavalia* von denjenigen anderer Bohnenarten durch ihre derberen, bis zu 8 μ dicken und besonders stark getüpfelten Wände deutlich zu unterscheiden (Abb. 165).

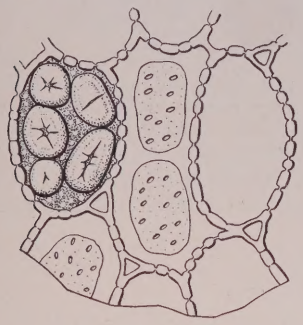


Abb. 165. Innere Kotyledonarzellen der *Canavalia*-Bohne. Vergr. 200fach.

Abb. 166. Stärkekörner der *Canavalia*-Bohne. Vergr. 200fach.

Die Stärkekörner der *Canavalia*-Bohne (Abb. 166) ähneln am meisten denen der Mondbohne; von denen der Gartenbohne unterscheiden sie sich deutlich durch das Fehlen nierenförmiger und durch das Auftreten großer, breiter, fast dreieckig-rundlicher Körner.

Chinabohne.

Die Samen der früher nur in Ostasien, jetzt auch in anderen wärmeren Ländern angebauten Chinabohne (*Vigna Catjang* Endl. = *Dolichos sinensis* L.) sind 6—8 mm lang und fast ebenso breit, etwas abgeflacht und mit rundlich-kantigen Enden (Abb. 167); der keilförmige Nabel ist der einen Schmalseite genähert. Die Farbe variiert von weiß über gelb, braun, rot zu schwarz; auch gefleckte Formen kommen vor.

Abb. 167. Chinabohne, *Vigna Catjang* Endl. Nat. Größe.

Querschnitte durch die Samenschale (Abb. 168) zeigen außen eine etwa 75 μ hohe Palisadenschicht mit unten schwach und nach oben allmählich keilförmig verdickten Zellwänden. Die darunter liegende Trägerzellenschicht ist nur 25 μ hoch und besteht aus ziemlich dünnwandigen, sanduhrförmigen Zellen. Auf Flächenschnitten (Abb. 169) zeigen sich die Palisaden bei hoher Einstellung englumig und stark getüpfelt, bei tiefer Einstellung weitlumig; die zarte Trägerzellenschicht bietet keine besonderen Merkmale.

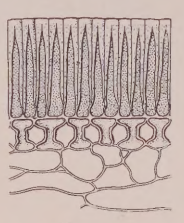


Abb. 168. Querschnitt durch die äußeren Teile der Samenschale der Chinabohne. Vergr. 200fach.

Die Oberhaut der Kotyledonen besteht aus stärkefreien, dünnwandigen Zellen, die auf der inneren flachen Seite langgestreckt und oft

zugespitzt, auf der äußeren gewölbten Seite gleichmäßig polygonal sind. Die inneren Kotyledonarzellen sind ziemlich zartwandig und enthalten neben Aleuron reichlich Stärkekörner, die in ihrem Aussehen, vor allem

a b c

Abb. 169. Samenschale der Chinabohne in Flächenansicht. a Palisadenschicht bei hoher, b bei tiefer Einstellung. c Trägerzellen. Vergr. 200fach.

wegen des häufigen Vorkommens nierenförmiger Körner, der deutlichen Schichtung und der dunklen zerklüfteten Kernspalten, an die Stärke der Gartenbohne erinnern; nur ist die Größe der Chinabohnenstärke geringer, sie überschreitet selten 30 μ.

Lablab-Bohne.

Die Lablab- oder ägyptische Bohne (*Dolichos Lablab* L.) wird in den Tropen viel angebaut; ihre etwa 1 cm großen, meist dunklen Samen (Abb. 170) sind gleichmäßig oval gerundet und mit einem fast halbkreisförmigen großen Nabelpolster versehen.

Abb. 170. Lablabbohne. Nat. Größe.

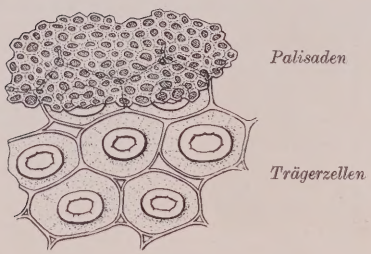


Abb. 172. Palisadenschicht und Trägerzellen der Samenschale der Lablabbohne in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

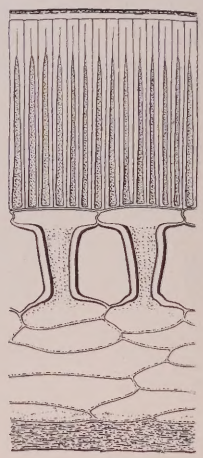


Abb. 171. Querschnitt durch die Samenschale der Lablabbohne. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch die mächtige Samenschale (Abb. 171) zeigen eine bis zu 150 μ hohe Palisadenschicht, deren Zellen im oberen Drittel stark, darunter weniger verdickt sind; außen werden sie von einer derben Cuticula bedeckt. Unter der Palisadenschicht liegt eine ebenfalls sehr kräftig entwickelte Trägerzellenschicht aus spulenförmigen Zellen von etwa 60 bis

100 μ Höhe. Die mittleren Schichten der Samenschale sind parenchymatisch und großzellig, die inneren Schichten kleinzellig und stark kollabiert.

Flächenschnitte durch die Samenschale (Abb. 172) zeigen polyedrische Palisadenzellen mit dunklem Inhalt, sowie die großen, an den verbreiterten Enden dünnwandigen Trägerzellen mit einem kreisförmigen, derben mittleren Teil.

Abb. 173. Stärke der Lablabbohne. Vergr. 200fach.

Die Oberhaut der Kotyledonen besteht auf der gewölbten äußeren Seite aus polyedrisch rundlichen, auf der inneren flachen Seite aus etwas größeren, polyedrisch scharfkantigen Zellen; die inneren Kotyledonarzellen haben 2—4 μ starke Wände mit deutlicher, feiner Tüpfelung und reichlichen Intercellularen. Ihr Inhalt besteht aus Aleuron und Stärke. Die Stärkekörner (Abb. 173) ähneln in der Form der Erbsen- und Bohnenstärke, sind aber kleiner und erreichen höchstens 40, im allgemeinen nicht mehr als 30 μ.

Kichererbse.

Die Kichererbse, *Cicer arietinum* L., in spanischer Sprache als Garbanzo bekannt, wird im Mittelmeergebiet und anderen wärmeren Ländern viel angebaut und genossen. Die 8—12 mm großen, gelblichen bis hellrötlichen Samen haben eine unregelmäßig kantig-rundliche Form, welche durch die beiden buckelförmigen Keimblätter, eine dazwischen liegende grubige Vertiefung und das stark hervortretende Würzelchen charakterisiert wird (Abb. 174).

Abb. 174. Samen der Kichererbse. Nat. Größe.

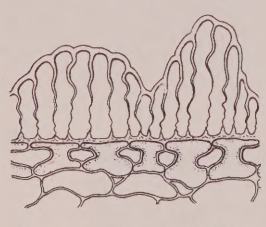


Abb. 175. Querschnitt durch den äußeren Teil der Samenschale der Kichererbse. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch die Samenschale (Abb. 175) zeigen außen eine eigentümlich gebaute Palisadenschicht, die aus verschieden hohen Zellen mit im oberen Teil mäßig verdickten, im unteren Teil sehr zartwandigen, gewellten Wänden gebildet wird. Die darunter liegenden Trägerzellen sind sanduhrförmig, etwa 30 μ hoch und verhältnismäßig dünnwandig; sie liegen den parenchymatischen inneren Schichten der Samenschale an. Flächenansichten der eben erwähnten Schichten (Abb. 176) sind weniger typisch, da die charakteristischen Merkmale der Palisadenzellen hier weniger hervortreten.

Die äußeren Zellschichten der Kotyledonen sind stärkefrei, die inneren Zellen enthalten reichlich Stärke. Die Epidermis der Kotyledonen

wird aus kleinen polygonalen Zellen gebildet, die auf der gewölbten äußeren Seite der Keimblätter rundlich, auf der flachen inneren Seite scharfkantig polyedrisch sind. Das innere Kotyledonargewebe besteht aus ziemlich dünnwandigen, sehr zart getüpfelten Zellen. Die Größe der Stärkekörner beträgt weniger als 30 μ. Ihre Form ist gleichmäßig rundlich-oval, die konzentrische Schichtung sehr deutlich; meist ist ein schmaler, einfacher und unverzweigter Kernspalt vorhanden.

Eine besondere Abart der gewöhnlichen Kichererbse ist die braune indische Kichererbse oder „Grams", *Cicer arietinum* var. *fuscum* L.; ihre Samen sind etwas kleiner, braun und noch unregelmäßiger sowie stärker grubig vertieft. Die anatomischen Unterschiede dieser Varietät liegen in der Samenschale, während der Bau der Keimblätter mit dem der gewöhnlichen Kichererbse übereinstimmt.

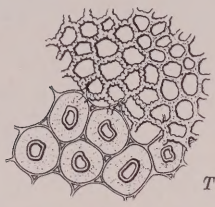


Abb. 176. Palisadenschicht und Trägerzellen der Samenschale der Kichererbse in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

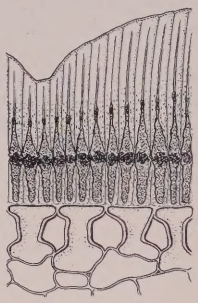


Abb. 177. Querschnitt durch den äußeren Teil der Samenschale der braunen indischen Kichererbse, *Cicer arietinum* var. *fuscum* L. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch die Samenschale von *Cicer arietinum fuscum* sind in Abb. 177 dargestellt. Die Palisadenzellen sind ebenfalls verschieden hoch, aber schlanker; außerdem sind sie eigenartig verdickt. Das untere Drittel weist mäßige, wellenförmige Verdickungen auf, dann kommt eine kurze unverdickte Stelle, von wo aus die Wandstärke nach oben zu wieder schnell zunimmt; im oberen Teil wird die Verdickung dann so stark, daß nur noch ein schmales Lumen zurückbleibt. Die Zellen enthalten braunen Inhalt, der an der unverdickten Zone im unteren Drittel besonders dunkel gefärbt ist.

Abb. 178. Samen der Gemüseplatterbse; obere Reihe von der Breitseite, untere Reihe von der Schmalseite gesehen. Nat. Größe.

Platterbse.

Die Gemüse- oder weiße Platterbse (*Lathyrus sativus* L.) wird vor allem in Südeuropa angebaut. Ihre meist hellen Samen (Abb. 178) sind etwa 1 cm groß und von der Breitseite gesehen gerundet viereckig; da sie auf der dem Nabel entgegengesetzten Kante keilartig zugespitzt sind, läßt sich die Form am besten als beilförmig bezeichnen. Die Samen der nah verwandten Futterplatterbse, *Lathyrus cicera* L., sind als „Mattar peas" im Handel; sie sind wesentlich kleiner, im Verhältnis zur

Größe breiter und noch stärker kantig, so daß die Beilform weniger auffällig hervortritt. Im mikroskopischen Bild liegen zwischen beiden Arten nur geringe Unterschiede vor.

Die Samenschale der im folgenden näher beschriebenen Gemüseplatterbse, *Lathyrus sativus* L., zeigt auf Querschnitten (Abb. 179) eine etwa 65 μ hohe Palisadenschicht aus derbwandigen, vor allem im mittleren Teil stark getüpfelten Zellen. Die darunter liegenden Trägerzellen sind sanduhrförmig mit einem nach unten stärker verbreiterten Fuß; ihre Höhe beträgt etwa 20 μ, ihr Fußdurchmesser 30—45 μ; charakteristisch, aber auf Querschnitten nicht immer deutlich hervortretend, sind leistenförmige innere Verdickungen der Zellwand, die vom Kopf- und Fußteil der Trägerzellen nach dem mittleren schmaleren Teil zu ausstrahlen. Diese Wandverdickungen sind auf Flächenschnitten durch die Samenschale meist besser zu sehen (Abb. 180); sie stellen ein wichtiges Erkennungsmerkmal der meisten *Lathyrus*-Arten dar.

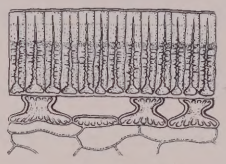


Abb. 179. Querschnitt durch die Samenschale (äußere Schichten) der Gemüseplatterbse (*Lathyrus sativus* L.). Vergr. 200fach.

Abb. 180. Palisadenschicht und Trägerzellen der Gemüseplatterbse in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die Epidermis der Kotyledonen wird aus gestreckten dünnwandigen Zellen gebildet, die gruppenweis gekreuzt liegen und das gleiche Bild bieten wie die Keimblattoberhaut der Gartenerbse. Das innere Gewebe der Kotyledonen besteht aus nur wenig verdickten und undeutlich getüpfelten Zellen, die Aleuron und Stärke führen. Die Stärkekörner sind 15—40 μ groß, ellipsoidal, wobei häufig unregelmäßige und gebuckelte Formen auftreten. Die konzentrische Schichtung ist deutlich sichtbar, während Kernspalten meist fehlen.

Weitere Hülsenfrüchte.

Außer den im Vorstehenden beschriebenen Arten gibt es eine große Anzahl von Leguminosensamen, die in ihren Keimblättern neben Aleuron ebenfalls Stärke führen, aber für die menschliche Ernährung aus irgend welchen Gründen nicht in Betracht kommen. Hierhin gehören die Samen einiger Futterpflanzen sowie vieler wildwachsender Schmetterlingsblütler, insbesondere *Lathyrus*- und *Vicia*-Arten. Da es sich bei den Wickenarten vielfach um Ackerunkräuter handelt, sind sie früher bereits bei den Unkrautsamen (S. 55) beschrieben. Bestandteile von Wicken sind in Ge-

treidemehlen an den charakteristischen Palisaden- und Trägerzellen und an den konzentrisch geschichteten Stärkekörnern zu erkennen; dagegen ist ihr Nachweis in Leguminosenmehl wegen der Ähnlichkeit der Gewebeelemente und vor allem der Stärkekörner oft nur schwer zu erbringen.

Bei den Samen einer weiteren, ebenfalls sehr großen Anzahl von Hülsenfrüchten, so vor allem bei den Lupinenarten, fehlt die Stärke; auch die ölhaltigen Leguminosensamen führen entweder keine oder höchstens unbedeutende Mengen von Stärke. Da der vorstehende Abschnitt der Besprechung der stärkehaltigen Hülsenfrüchte und ihrer Mahlprodukte dient, konnten solche Samen an dieser Stelle nicht mit berücksichtigt werden.

Die Beschreibung der ölhaltigen Leguminosen (Sojabohne, Erdnuß) ist im V. Abschnitt dieses Buches erfolgt; im VII. Abschnitt sind diejenigen stärkefreien Leguminosensamen aufgeführt, die als Kaffeeersatzmittel gebraucht werden: *Lupinus*-Arten (Lupinenkaffee), *Cassia occidentalis* L., (Mogdadkaffee), *Parkia africana* R. Br. (Sudankaffee), *Astragalus baëticus* L. (Stragelkaffee) und *Ceratonia siliqua* L. (Karobenkaffee).

IV. Stärke.

Die Gewinnung und mikroskopische Prüfung der Handelsstärke.

Handelsstärke wird sowohl aus stärkeführenden Samen und Früchten, wie vor allem aus stärkereichen unterirdischen und oberirdischen Stammteilen und aus knollenförmigen Wurzeln gewonnen. Von den im folgenden näher beschriebenen Stärkearten stammt die Kartoffelstärke aus unterirdischen Stammknollen, *Maranta*-, *Curcuma*-, *Canna*-, *Colocasia*- und *Hydrosme*-Stärke aus knollenförmigen Wurzelstöcken, Sagostärke aus oberirdischen Stammteilen, *Manihot*-, Bataten- und *Dioscorea*-Stärke aus knollenförmigen Wurzeln, Getreide- und Kastanienstärke aus Samen, Bananenstärke aus Fruchtfleisch.

In ihrer Gewinnung und als Folge davon auch in ihrem mikroskopischen Bilde unterscheiden sich die „Stärken" grundsätzlich von den in den vorigen Abschnitten behandelten Mehlen, deren wichtigsten Bestandteil allerdings ebenfalls die in ihnen enthaltenen Stärkekörner bilden. Während aber die Mehle, wie schon der Name besagt, durch einen Mahlprozeß, also auf trockenem Wege gewonnen werden, erfolgt die Herstellung von „Stärke" in der Weise, daß stärkehaltige, zerkleinerte Pflanzenteile in Wasser gewaschen werden. Hierbei setzen sich die Stärkekörner infolge ihres größeren spezifischen Gewichtes ab, während die übrigen Zellbestandteile mit dem Schlämmwasser entfernt werden. Die so gewonnene Stärke wird vorsichtig getrocknet und kommt entweder in kleinen Brocken oder größeren Stücken als „Schäfchen" bzw. als „Kristallstärke" oder in zermahlenem Zustande als „Stärkemehl" in den Handel. Der sog. „Perlsago" und die kugelförmigen „Tapioka"körner werden durch Perlen oder Granulieren der Stärkemasse gewonnen, wobei die aus dem Stärkekuchen erhaltenen groben Körnchen zunächst mechanisch gegenseitig abgerundet und dann unter Wärmeeinwirkung getrocknet und dabei leicht verkleistert werden.

Im Gegensatz zu den Mehlen, in denen die Zellelemente der zermahlenen Gewebe nicht entfernt werden, weisen sorgfältig und ordnungsgemäß hergestellte Stärkeprodukte kaum noch Zell- und Gewebebestandteile auf. Gewisse tropische Stärkearten bilden in dieser Hinsicht dann eine Ausnahme, wenn die Gewinnung und Aufbereitung in primitiver Form erfolgte. Im allgemeinen muß aber bei der Bestimmung von Handels-

stärke ausschließlich von Form, Größe und Aussehen der Stärkekörner ausgegangen werden, da sonstige Leitelemente infolge der Gewinnung der Stärke durch Ausschlämmen fehlen. Glücklicherweise unterscheiden sich die einzelnen für die Handelsstärke in Frage kommenden Stärkearten so deutlich voneinander, daß es vor allem bei den wichtigeren Arten keine Schwierigkeiten macht, die Herkunftspflanze zu bestimmen. Handelt es sich um die Untersuchung von Gemischen aus Stärkearten mit verschieden großen Körnern, so kann es sich unter Umständen empfehlen, die Untersuchungsprobe in der früher angegebenen Weise (S. 10) zu sedimentieren; große Stärkekörner setzen sich weit schneller ab als kleine. Bei der prozentualen Bestimmung des Mischungsverhältnisses ist, wie früher auseinandergesetzt, zu berücksichtigen, daß wenige größere Körner inhalts- und gewichtsmäßig zahlreichen kleineren gleichgesetzt werden müssen (S. 18).

Die mikroskopische Untersuchung erfolgt stets in Wasserpräparaten, gegebenenfalls unter vorsichtigem Zusatz von Jodlösung. Bei Stärkepulvern und bei der brockenförmigen Stärke zeigen sich die Stärkekörner meistens unverändert; bei sago- und tapiokaartigen Aufbereitungen sind die an der

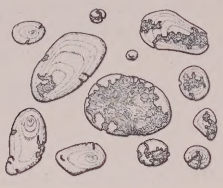


Abb. 181. Korrodierte Kartoffelstärke. Vergr. 200fach.

Abb. 182. Durch zu starken Druck gequetschte Stärkekörner der Kartoffel. Vergr. 200fach.

Oberfläche sitzenden Stärkekörner in der Regel mehr oder minder verkleistert, was man vor allem an der Volumenvergrößerung, dem Auftreten großer, oft eigenartig aufleuchtender Kernhöhlen, dem Verschwinden der Schichtung und der weniger deutlichen Konturierung solcher Körner erkennen kann. Bei der Untersuchung von Sago und Tapioka ist es daher zweckmäßig, die mikroskopischen Präparate vor allem aus dem inneren, im allgemeinen weniger verkleisterten Kern solcher Stärkeprodukte herzustellen.

War zur Stärkegewinnung ein Ausgangsmaterial verwendet, bei dem infolge bereits eingetretener Keimung die Stärkekörner durch Diastase angegriffen waren, so läßt sich dies mikroskopisch an dem Vorhandensein dunkler Kanäle erkennen, die von außen in die Stärkekörner eindringen und das Korn durchhöhlen (Abb. 181). Derartige korrodierte Stärkekörner dürfen nicht mit solchen verwechselt werden, welche durch Druck auf das Deckgläschen oder Ungeschicklichkeit bei der Herstellung des Präparates gequetscht wurden; diese weisen keine unregelmäßigen Korrosionsgänge, sondern strahlenförmige, nach außen durchgehende Spalten auf (Abb. 182). Gewisse Stärkearten, wie Kartoffelstärke, sind gegen solche Druckeinwirkungen besonders empfindlich; hierauf ist vor allem bei der Herstellung mikroskopischer Präparate aus „Sago“- oder „Tapioka“artigen Stärkeprodukten Rücksicht zu nehmen, die vorgequollen und vorsichtig

verrieben werden müssen; ein zu kräftiges Zerquetschen auf dem Objektträger ist zu vermeiden.

Kartoffelstärke.

Die aus Südamerika stammende Kartoffelpflanze, *Solanum tuberosum* L. (Fam. Solanaceae) ist eine unserer wichtigsten Stärkepflanzen. Als Kartoffel„mehl" wird die aus den zerkleinerten Knollen durch Ausschlämmen gewonnene pulverförmige Stärke bezeichnet; größere zusammenklebende Stärkemassen bilden die Brocken- oder Kristallstärke. Kartoffelstärke dient außerdem in großem Umfange zur Bereitung von Kartoffelsago und Kartoffeltapioka.

Die Stärkekörner der Kartoffel (Abb. 183) sind in der Form sehr charakteristisch und daher leicht zu erkennen. Sie sind zum weitaus größten Teil einfach, die kleinsten nur etwa 5 μ, die größten etwa 100 μ groß. Fast alle weisen deutliche Schichtung auf, und zwar zeigen die kleinsten konzentrische oder fast konzentrische Schichtung, während die mittleren und größeren stark exzentrisch geschichtet sind. Die kleinsten Stärkekörner sind fast kugelig, die größten länglich eiförmig mit meist unregelmäßig geschweiftem Rande; daneben kommen alle Übergänge zu charakteristischen fast dreieckigen Formen vor, bei denen der Kern an der Spitze des Dreieckes liegt. Kleine Spalten im Kern lassen sich beobachten, sind jedoch nicht häufig und nicht auffallend. Neben einfachen kommen vor allem unter den kleineren Körnern vereinzelt auch zusammengesetzte vor, und zwar sog. ganz zusammengesetzte, bei denen jeder der zwei oder mehr Kerne ausschließlich von eigenen Schichtungssystemen umgeben ist, und halbzusammengesetzte, bei denen jeder Kern von einer mehr oder minder großen Zahl eigener Schichten umhüllt ist, während die äußeren Schichten gemeinschaftlich sind.

Abb. 183. Kartoffelstärke. Oben rechts und unten rechts zusammengesetzte Körner. Vergr. 200fach.

Während die typische Form der Stärkekörner im Kartoffelmehl unverändert vorliegt, zeigen sich bei Kartoffelsago und Kartoffeltapioka gewisse Abweichungen des mikroskopischen Aussehens. Die Stärkekörner sind infolge der Verarbeitung hier mehr oder minder verquollen und zeigen als Folge der Verquellung größere Kernhöhlen und Spalten; auch ist die Schichtung oft undeutlich geworden.

Kartoffelstärke aus angekeimten Knollen zeigt alle Merkmale korrodierter Stärkekörner; sie ist nebenstehend in Abb. 181 dargestellt. Dabei ist auch auf die Unterschiede aufmerksam gemacht, die zwischen den durch Diastasewirkung in Auflösung begriffenen und solchen Körnern bestehen, die durch Druck auf das Deckgläschen oder in anderer Weise zerquetscht sind.

Kartoffelwalzmehl ist keine Kartoffelstärke, sondern wird durch Zermahlen trockener „Kartoffelflocken" gewonnen. Die mikroskopischen Merkmale des Kartoffelwalzmehles sind früher (S. 67) beschrieben.

Maranta-Stärke.

Westindisches Arrowroot.

Das westindische Arrowroot, auch als Jamaica-, Bermuda- oder St. Vincent-Arrowroot bezeichnet, ist ein gleichmäßig feines, weißes Stärkepulver, das aus dem fleischigen Wurzelstock verschiedener Pfeilwurzarten (*Maranta arundinacea* L. u. a., Fam. Marantaceae) gewonnen wird. Die stets einfachen Stärkekörner (Abb. 184) weisen infolge ihrer exzentrischen Schichtung bei oberflächlicher Betrachtung eine gewisse Ähnlichkeit mit der Kartoffelstärke auf; sie sind jedoch vor allem kleiner (meist 30—50 μ) und in den Größenverhältnissen gleichmäßiger. Die zarte feine Schichtung ist weniger stark exzentrisch als bei der Kartoffelstärke. Als besonders charakteristisches Merkmal zeigt die Marantastärke eigenartige Kernspalten, die an das Bild eines fliegenden Vogels mit ausgebreiteten Schwingen erinnern.

Abb. 184. Maranta-Stärke. Vergr. 200fach.

Kurkuma-Stärke.

Ostindisches Arrowroot.

Das ostindische Arrowroot, auch als Bombay- oder Malabar-Arrowroot, sowie als Tikmehl oder Tikur bezeichnet, wird aus den knolligen Wurzelstöcken verschiedener Gelbwurzarten (*Curcuma angustifolia* Roxb., *C. leukorrhiza* Roxb. u. a., Fam. Zingiberaceae) in Indien gewonnen. Die stets einfachen, flach scheibenförmigen Körner (Abb. 185) sind von der Fläche gesehen unregelmäßig oval-länglich mit meist vorgezogener stumpfer Spitze, die den sehr stark exzentrisch gelegenen Kern enthält; die Schichtung ist dicht, fein und entsprechend der Lage des

Abb. 185. Ostindisches Arrowroot (*Curcuma*-Stärke). Vergr. 200fach.

Abb. 186. *Canna*-Stärke. Vergr. 200fach.

Kerns ebenfalls stark exzentrisch. Kleine Körner weisen meist eine dreieckig gerundete Form mit ebenfalls exzentrisch gelegenem Kern auf. Von der Schmalseite aus gesehen, zeigen sich alle Körner stäbchen- bis schwach keulenförmig. Die Größe der Stärkekörner schwankt weitgehend zwischen 10 und 75 μ. Bei gewissen *Curcuma*-Arten kommen jedoch auch solche bis zu 140 μ vor; die Dicke der Körner beträgt meist 7—10 μ.

Canna-Stärke.

Queensland-Arrowroot.

Unter der Bezeichnung „Queensland-Arrowroot", „Arrowroot von Neusüdwales" kommt die aus den Knollen von verschiedenen *Canna*-Arten (*Canna edulis* Edw., *Canna indica* L. u. a., Fam. *Cannaceae*) gewonnene Stärke in den Handel. Für Deutschland hat sie weniger Bedeutung; sie beansprucht jedoch ein allgemeineres Interesse dadurch, daß die Stärkekörner der *Canna*-Arten zu den größten Stärkekörnern des Pflanzenreiches zählen; sie erreichen eine Länge von 150 μ, sind also mit bloßem Auge erkennbar.

Die Form der *Canna*-Stärkekörner (Abb. 186) ist unregelmäßig, meist breit-oval bis länglich und an dem einen Ende stärker gerundet als an dem anderen; das den Kern führende Ende ist oft warzenartig vorgewölbt. Halbzusammengesetzte Körner, d. h. solche mit zwei Kernen und gemeinschaftlicher äußerer Schichtung kommen vor, allerdings selten (Abb. 186, rechts oben). Bei Bewegen des Deckgläschens oder Zusatz von Alkohol zum Wasser des Präparates läßt sich erkennen, daß die Stärkekörner flach sind und einen linsen- bis keulenförmigen Querschnitt haben.

Der spaltenlose Kern liegt stets stark exzentrisch, meist an dem stärker gerundeten Ende des Kornes. Der Grad der exzentrischen Lage des Kernes und damit der Schichtung ist ungleich stärker als bei der Kartoffelstärke; dies sowohl wie die schärfere Schichtung und die bedeutendere Größe der Stärkekörner geben genügende Unterscheidungsmerkmale von der Kartoffelstärke ab.

Colocasia-Stärke.

Portland-Arrowroot.

Das Portland-Arrowroot wird aus den knollenförmigen Wurzelstöcken verschiedener Araceen, insbesondere *Colocasia antiquorum* Schott. (= *Arum esculentum* L.) gewonnen. Die Stärkekörner (Abb. 187) sind im allgemeinen aus 2—6, selten mehr Teilkörnern zusammengesetzt, deren Größe zwischen 3 und 18 μ schwankt; der Längsdurchmesser der zusammengesetzten Körner erreicht 30 μ. Die einzelnen Körner weisen kleine, strahlenförmige Kernspalten auf. In der Handelsware sind die ursprünglich zusammengesetzten Körner zum großen Teil in ihre Teilkörner zerfallen; diese Teilkörner besitzen daher eine gerundete und meist mehrere ebene Flächen.

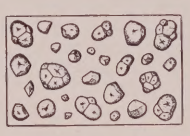


Abb. 187. *Colocasia*-Stärke. Vergr. 200fach.

Colocasia-Stärke zeigt gewisse Übereinstimmungen mit anderen Stärkearten, insbesondere der Bataten-Stärke (S. 98), von der sie sich aber durch wesentlich geringere Größe und durch die eigenartige Form der zusammengesetzten Körner unterscheidet. Bei der *Colocasia*-Stärke sind die einzelnen Teilkörner eines zusammengesetzten Kornes meist ungleich groß; so pflegen bei dreifach zusammengesetzten Körnern zwei Teilkörner groß, das an ihrer Trennungsfläche sitzende dritte Teilkorn ganz wesentlich kleiner zu sein. Ähnliche Größenunterschiede finden sich auch bei den aus vier und mehr Teilkörnern zusammengesetzten Stärkekörnern.

Die Stärkekörner einiger nahe verwandter *Arum*-Arten, die ebenfalls zur Stärkegewinnung verwendet werden, sehen ähnlich aus.

Hydrosme-Stärke.

Konjaku flour.

Die zur Familie der Araceen gehörende *Hydrosme Rivieri* ENGL. (= *Amorphallus Rivieri* DUR.), die wahrscheinlich aus Cochinchina stammt, hat einen knollenförmigen Wurzelstock, dessen Stärke als Konjaku flour, Konnyaku powder, neuerdings in steigendem Maße auch nach Europa kommt.

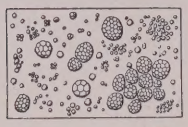


Abb. 188. *Hydrosme*-Stärke. Vergr. 200fach.

Die Stärke (Abb. 188) besteht aus hoch zusammengesetzten Körnern unregelmäßig rundlicher Form, die leicht in ihre Teilkörner zerfallen; daneben kommen auch wenig zusammengesetzte Körner vor. Die Größe der zusammengesetzten Körner schwankt zwischen 5 und 18 μ, die Größe der Teilkörner zwischen 2 und 6 μ. Die Handelsware enthält außerdem reichlich Gewebefragmente, vor allem Schleimzellen, und Bruchstücke von Raphiden.

Sago-Stärke.

Ostindischer Sago.

Viele Palmen speichern im Grundgewebe ihres Stammes massenhaft Stärke, die nach Fällen und Zerkleinern der Stämme durch Auswaschen gewonnen wird. Zu diesen Palmen gehören in erster Linie die in Ostindien heimischen Sagopalmen: *Metroxylon Rumphii* MART., *M. sagus* ROXB., *M. laeve* KOENIG, *M. fariniferum* MART.; Palmenstärke wird außerdem vor allem noch von *Borassus flabelliformis* L. und *Arenga saccharifera* LABILL. gewonnen. Da die Stärkearten der einzelnen Palmen sich ziemlich ähnlich sehen, genügt es, hier als wichtigste die von *Metroxylon Rumphii* stammende Sagostärke zu beschreiben.

Die aus den Stämmen der Sagopalme durch Ausschlämmen erhaltene Stärke kommt entweder getrocknet und zermahlen als grau bis rötlichweißes Pulver (Sagomehl, Sago flour) oder aber meist granuliert als ostindischer Perlsago in den Handel. Zur Herstellung des Perlsago wird die noch feuchte Stärkemasse zunächst durch Siebe gedrückt; die erhaltenen Körner werden durch Rütteln abgerundet („geperlt") und dann auf heißen Platten unter ständiger Bewegung vorsichtig getrocknet. Bei diesem „Rollen" verkleistern die äußeren Schichten und nehmen ein glasiges Aussehen an. Zur mikroskopischen Prüfung des Perlsago sind daher vor allem die inneren, weniger stark verkleisterten Teile der Sagokörner zu verwenden. Aber auch hier ist eine gewisse Veränderung der Stärke stets eingetreten, während die Stärkekörner des Sagomehles das ursprüngliche Aussehen ziemlich unverändert beibehalten haben.

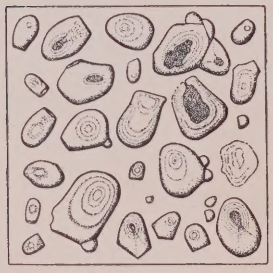


Abb. 189. Sago-Stärke (aus Perlsago). Vergr. 200fach.

Das Aussehen der Sagostärke (Abb. 189) ist so charakteristisch, daß Verwechselungen mit anderen Stärkearten nicht in Frage kommen, und daß es nicht nötig ist, auf die in manchen Sagostärken noch vereinzelt vorkommenden Gewebefragmente der Sagopalme zurückzugreifen. Neben ziemlich großen einfachen Körnern von eiförmiger oder länglicher Gestalt mit

exzentrischem Kern und entsprechender Schichtung finden sich in der Sagostärke ungleich häufiger eigenartig zusammengesetzte Körner: einem ziemlich großen, länglichen Hauptkorn mit ebenfalls exzentrischer Schichtung sitzen, und zwar meist auf dem der Kernspalte gegenüberliegenden Ende, ein bis mehrere ebenfalls geschichtete Nebenkörner mit gerader Fläche auf. Diese kappen- oder paukenförmigen Nebenkörner fallen sehr leicht ab und sind daher im Präparat massenhaft einzeln anzutreffen, ebenso die großen Hauptkörner mit ihren scharfen Grenzflächen, an denen die Nebenkörner vorher gesessen hatten. Die Größe der Hauptkörner schwankt von 25 bis über 60 μ, diejenige der Nebenkörner etwa zwischen 5 und 25 μ.

Die Stärke des Perlsago ist, wie bereits erwähnt, durch Verkleisterung verändert. Neben völlig verkleisterten und diagnostisch wertlosen Körnern finden sich jedoch stets genügend solche, welche die charakteristische Gestalt der Sago-Stärke noch deutlich erkennen lassen. Nur ist die Schichtung zum Teil geschwunden. Da ferner die Verkleisterung in den inneren Kernschichten einsetzt, so haben wir an Stelle der ursprünglichen kleinen Kernhöhle oder Kernspalte meist einen größeren, durch besondere Lichtbrechung sich auszeichnenden „Kern", der sich oft trichterförmig nach den Ansatzstellen der Teilkörner zu erweitert. Bei noch weiter vorgeschrittener Verkleisterung kommt es durch Zerstörung der inneren Schichten zur Ausbildung einer großen, nach außen geöffneten Kernhöhle, die dunkel erscheint, wenn sie mit Luft gefüllt ist.

Als Ersatz für echten Palmsago kommen in erster Linie Kartoffelsago (S. 93) und Perltapioka (s. unten) in Frage; beide sind äußerlich an der weißen Farbe und mikroskopisch an den Stärkekörnern ohne weiteres von Palmsago zu unterscheiden.

Manihot-Stärke.

Tapioka.

Als Tapioka, Manioca, Mandioka wird die Stärke der in Südamerika heimischen, überall in den Tropen angebauten Manihotpflanze oder des Cassavestrauches (*Manihot utilissima* Pohl und andere *Manihot*-Arten, Fam. Euphorbiaceae) bezeichnet. Die gewaltigen Wurzelknollen dieser Pflanzen werden zerkleinert und zunächst durch Pressen ihres giftigen Saftes beraubt, dann getrocknet und zermahlen; aus dem Mehle wird die Stärke durch Ausschlämmen gewonnen. Das so erhaltene Produkt wird nach dem Trocknen entweder zermahlen (Cassavemehl), oder die feuchte Stärke wird durch Siebe gepreßt und als kleine Klümpchen unter Anwendung von Wärme getrocknet (Tapioka). Durch Trocknen unter gleichzeitigem Rollen und Abschleifen der Körner wird die aus kleinen Kügelchen bestehende Perl-Tapioka hergestellt. Diese wird vielfach auch fälschlich als „Sago" bezeichnet, von dem sie sich aber schon äußerlich durch die Farbe unterscheidet; sie ist weiß, während echter Palmsago ein hellbraunes bis rötliches Aussehen hat.

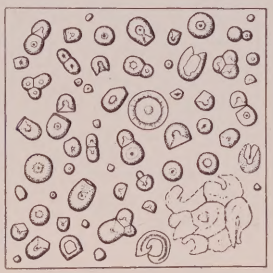


Abb. 190. Manihot-Stärke (aus Tapioka). Vergr. 200fach.

Entsprechend ihrer Herstellungsweise enthält die Tapioka des Handels, insbesondere die Perltapioka, stets auch verkleisterte Stärkekörner, die

keine Einzelheiten mehr aufweisen. Daneben finden sich gut erhaltene Körner, welche die typische Form der Manihotstärke zeigen und nur durch gewisse Veränderungen im Innern die beginnende Verkleisterung erkennen lassen (Abb. 190). Die Stärkekörner der Manihotpflanze gehören dem zusammengesetzten Typus an; mehr als dreifach zusammengesetzte Körner kommen selten vor, am häufigsten sind 2fach zusammengesetzte. Die Teilkörner sind meist 15—25 μ, die kleinsten 5, die größten 35 μ groß. Es sind halbkugelige, kesselpaukenförmige bis halbovale Gebilde mit einer oder zwei glatten Ansatzflächen; von oben gesehen, erscheinen sie kreisförmig. An Stelle der ursprünglichen, hie und da aber noch anzutreffenden Kernspalten weisen sie als Folge der beginnenden Verkleisterung eine eigenartige innere Differenzierung auf; ein glänzender Kern ist von einer rötlich-weiß erscheinenden Zone umgeben, die sich von dem äußeren bläulich-weißen Randteil abhebt und sich vielfach trichterförmig nach der glatten Ansatzfläche des Kornes verbreitert.

Die kesselpaukenförmigen bis halbovalen Teilkörner sind das wichtigste Unterscheidungsmerkmal der Tapiokastärke von einigen anderen, ebenfalls zusammengesetzten Stärkearten, insbesondere der Bataten- und *Colocasia*-Stärke, deren Teilkörner weniger stark gerundet und mehr polyedrisch sind. Die aus Kartoffelstärke hergestellte „Tapioka" ist sofort an den charakteristischen Stärkekörnern der Kartoffel zu erkennen; ebenso bereitet die mikroskopische Unterscheidung der Perltapioka von Palmsago keine Schwierigkeiten, da dieser aus großen Stärkekörnern besteht, denen kleine kappenförmige Teilkörner aufsitzen.

Bataten-Stärke.

Brasilianisches Arrowroot.

Die aus Südamerika stammende, jetzt in allen wärmeren Ländern angebaute süße Kartoffel oder Batate (*Batatas edulis* Chois. = *Ipomoea Batatas* Lam., Fam. Convolvulaceae) hat stärkereiche, knollenförmige Wurzeln, aus denen das brasilianische Arrowroot gewonnen wird.

Abb. 191. Bataten-Stärke. Vergr. 200fach.

Die Batatenstärke (Abb. 191) besteht aus 2- bis 6fach, jedoch auch höher zusammengesetzten Körnern, die aber in der Handelsware oft in ihre Teilkörner zerfallen sind. Die Form der Teilkörner ist bei den 2-fach zusammengesetzten Körnern kegel- bis glockenförmig, bei den höher zusammengesetzten polyedrisch scharfkantig mit einer gerundeten Außenfläche; Kernspalten sind fast stets vorhanden. Die Größe der Teilkörner schwankt weitgehend zwischen 5 und 40 μ, wobei sich aber innerhalb eines zusammengesetzten Kornes im allgemeinen nur Teilkörner annähernd gleicher Größe finden.

Die Bestimmung der Batatenstärke kann insofern Schwierigkeiten bereiten, als sie einerseits mit der *Colocasia*-Stärke, andererseits mit Tapioka-Stärke Ähnlichkeit hat. Von der ersten unterscheidet sie sich durch bedeutendere Größe, sowie dadurch, daß die zusammengesetzten Körner aus gleich großen Teilkörnern gebildet werden, während bei der *Colocasia*-Stärke zwischen den Teilkörnern eines zusammengesetzten Kornes bedeutende Größenunterschiede vorzuliegen pflegen.

Von Tapioka-Stärke unterscheidet sich die Bataten-Stärke durch die höhere Zusammensetzung, sowie die abweichende Form der Teilkörner;

diese sind bei der Batatenstärke glockenförmig oder noch häufiger polyedrisch gerundet, bei der Tapioka überwiegend kesselpaukenförmig.

Dioscorea-Stärke.

Guayana-Arrowroot.

Die mächtigen Wurzelknollen verschiedener tropischer Yamspflanzen, *Dioscorea sativa* L., *D. alata* L., *D. japonica* Thbg., *D. Batatas* Dcsne. u. a. (Fam. Dioscoreaceae), liefern Yams-Stärke oder Guayana-Arrowroot. Der Bau der Stärkekörner ist bei den einzelnen *Dioscorea*-Arten etwas verschieden, wie ein Vergleich der 4 in Abb. 192 wiedergegebenen Proben zeigt. Das übereinstimmende Merkmal liegt in dem gestreckten und stark exzentrischen Bau der stets einfachen Körner; der Kern befindet sich an dem stärker gerundeten Ende des Kornes. Im übrigen liegen, wie schon erwähnt, zwischen den Stärkekörnern der einzelnen *Dioscorea*-Arten nicht unbeträchtliche Unterschiede in Größe und Form vor. *Dioscorea Batatas* Dcsne. hat Stärkekörner bis fast 100 μ, *D. sativa* L. nur solche von etwa 30 μ. Was die Form betrifft, so haben wir neben überwiegend länglichen Körnern mancher *Dioscorea*-Arten fast dreieckige, bei anderen Arten neben regelmäßig elliptischen Körnern walzenförmige mit einem abgeflachten Ende, neben geradegestreckten mehr oder minder gebogene Formen oder auch solche mit einer schwachen Buckelbildung.

Abb. 192. Dioscorea-Stärke. Oben links: *Dioscorea Batatas* Dcsne. (aus Handelsware); oben rechts: Dioscorea-Stärke aus Madagaskar; unten links: *Dioscorea japonica* Thbg.; unten rechts: *Dioscorea sativa* L. Vergr. 200fach.

Getreidestärke.

Nicht alle Getreidearten, die Mehle liefern, eignen sich auch zur Gewinnung von Stärke; in der Hauptsache werden nur Weizen, Mais und Reis zur Herstellung von Getreidestärke verwendet, wobei durch Schlämmen der Mehle alle nicht aus Stärke bestehenden Teile, insbesondere auch die für die Mehlbestimmung wichtigen Gewebereste entfernt werden. Der mikroskopische Nachweis von Getreidestärke muß sich daher ausschließlich auf Form und Größe der Stärkekörner gründen.

Weizenstärke ist die wichtigste europäische Stärkeart, die als Pulver-, Bröckel- und Kristallstärke vor allem zu technischen Zwecken weitgehend Verwendung findet. Sie ist an den früher (S. 27) beschriebenen Groß- und Kleinkörnern von allen anderen Stärkearten des Handels leicht zu unterscheiden.

Maisstärke gehört auch bei uns zu den sehr verbreiteten Stärkearten und ist unter verschiedenen Namen (Maizena, Mondamin) überall im Handel. Die Größe der kantig-polyedrischen oder unregelmäßig kugeligen Stärkekörner schwankt zwischen 10 und 22 μ. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf die früheren Ausführungen (S. 38) verwiesen.

Reisstärke kommt in Form von Reispuder, Brockenstärke und Kristallstärke in den Handel und besteht aus gleichmäßig kleinen, scharfkantigen Teilkörnern von 4—6 μ Größe (vgl. S. 40).

Stärke der echten Kastanie.

Die auch unter dem Namen Maronen bekannten, stärkeführenden Früchte des in Südeuropa heimischen Kastanienbaumes, *Castanea vesca* GAERTN. (Fam. Fagaceae), werden in bestimmten Gegenden zur Stärkegewinnung verwendet. Die braune Fruchtschale ist mikroskopisch durch Steinzellen mit Oxalatkristallen und durch reichliche Haarbildungen gekennzeichnet; sie umschließt die zarte, ebenfalls behaarte Samenschale und den in der Hauptsache aus den Keimblättern gebildeten Embryo, dessen zartwandiges, parenchymatisches Gewebe reichlich Stärke enthält.

Die im Handel vorkommende Stärke der echten Kastanie ist ein feines weißes Pulver, das im Gegensatz zu dem auch zur Brotbereitung dienenden Kastanienmehl keine Gewebereste enthält. Die Feststellung der Kastanienstärke wird durch die unregelmäßige Form der Stärkekörner erschwert (Abb. 193). Die in der Grundform meist rundlich-ovalen Körner zeigen mannigfache warzenförmige, oft nasen- oder fast fingerförmige Aus-

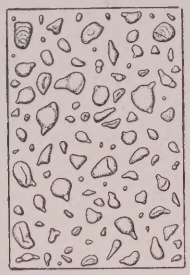


Abb. 193. Stärke der echten Kastanie. Vergr. 200fach.

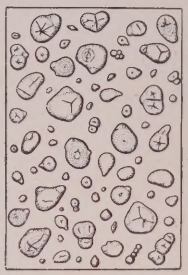


Abb. 194. Stärke der Roßkastanie. Vergr. 200fach.

wüchse; derartige Körner lassen sich für Kastanienstärke als besonders charakteristisch bezeichnen. Daneben finden sich nierenartige, ferner rundlich-dreieckige und linsenähnliche Formen, die letzten hauptsächlich bei den kleinen Körnern. Zusammengesetzte Körner kommen kaum vor. Schichtung ist nur in Ausnahmefällen zu beobachten, ein Kern ebenfalls meist nicht zu erkennen, während Kernspalten zuweilen vorhanden sind. Die Größe schwankt zwischen 2 und 30 μ.

Stärke der Roßkastanie.

Der Stärke der Roßkastanie, *Aesculus Hippocastanum* L., kommt eine besondere Bedeutung bisher nicht zu, weil ihre technische Darstellung gewissen praktischen Schwierigkeiten begegnet.

Die Stärkekörner der Roßkastanie (Abb. 194) haben eine schwache Ähnlichkeit mit denen der echten Kastanie, obwohl verwandtschaftliche Beziehungen zwischen der zur Familie der Hippocastanaceen gehörigen Roßkastanie und der zu den Fagaceen zählenden echten Kastanie nicht bestehen. Typisch für Roßkastanienstärke sind ebenfalls unregelmäßig rundlich-ovale, zuweilen auch nierenförmige Stärkekörner mit warzenförmigen Auswüchsen, die jedoch mehr buckelförmig, also kürzer und

derber als bei der Stärke der echten Kastanie sind. Überhaupt sind die Stärkekörner der Roßkastanie nicht so zierlich wie die der echten Kastanie. Ein weiterer, besonders wichtiger Unterschied besteht in dem Vorhandensein zahlreicher zusammengesetzter Körner, die meist semmelförmige Gestalt und oft ungleich große Teilkörner aufweisen. Schichtung ist kaum häufiger oder deutlicher als bei der echten Kastanie; dagegen geben die bei der Roßkastanie anzutreffenden 2- bis vielstrahligen Kernspalten ein gutes Unterscheidungsmerkmal ab. Die Stärkekörner der Roßkastanie sind etwas größer als die der echten Kastanie.

Bananenstärke.

Bestimmte Kulturformen der in den Tropen überall angebauten Banane oder Pisangpflanze (*Musa paradisiaca* L., Fam. Musaceae) haben besonders stärkereiche Früchte, aus denen je nach der Verarbeitung Bananenstärke, auch als Guayana-Arrowroot bezeichnet, oder Bananenmehl hergestellt wird.

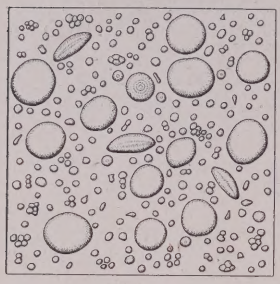
Abb. 195. Bananenstärke. Vergr. 200fach.

Die Stärkekörner der Banane (Abb. 195) sind einfach, im Querschnitt abgeplattet, von der Breitseite gesehen meist länglich, zuweilen fast keulenförmig und oft etwas gebogen; jedoch kommen auch muschelartige und fast ovale, aber ebenfalls stets etwas unsymmetrische Formen vor. Ganz selten findet man 2-fach zusammengesetzte Stärkekörner, deren Teilkörner Hörnerform zeigen; in der Handelsware sind sie stets zerfallen, jedoch lassen sich die Teilkörner als solche an den hervortretenden ursprünglichen Ansatzflächen erkennen. Alle Körner weisen an dem gerundeten Ende einen stark exzentrisch gelegenen kleinen Kern und feine, aber deutliche Schichtung auf. Die Größe der Körner schwankt weitgehend zwischen 10—90 μ.

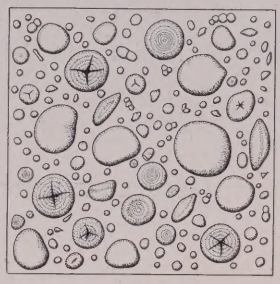
Das durch Zermahlen getrockneter Früchte gewonnene Bananenmehl unterscheidet sich von der Bananenstärke durch reichliches Vorliegen von Geweberesten parenchymatischer Zellen mit eingestreuten, braunen Bruchstücken, welche aus Gerbstoffzellen stammen. Daneben finden sich Raphiden sowie Bruchstücke von zartwandigen Gefäßen.

Die als Obst genossenen, reifen Bananen sind stärkearm; ihre parenchymatischen Zellen enthalten an Stelle der ursprünglichen Stärke nunmehr Zucker; die noch vorhandenen wenigen Stärkekörner befinden sich im Stadium der Korrosion und sind durch besonders deutliche Schichtung ausgezeichnet.

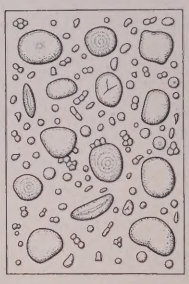
Vergleichende Zusammenstellung der wichtigsten Stärkearten.



Weizen
Abb. 21 (S. 28).

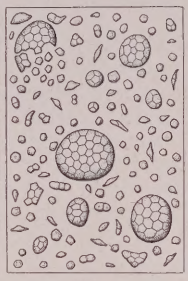


Roggen
Abb. 22 (S. 28).



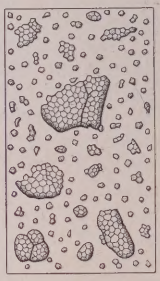
Spelz
Abb. 27 (S. 31).

Gerste
Abb. 33 (S. 34).



Hafer
Abb. 39 (S. 37).

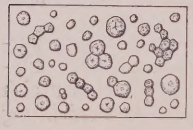
Mais
Abb. 42 (S. 38).



Reis
Abb. 48 (S. 40).

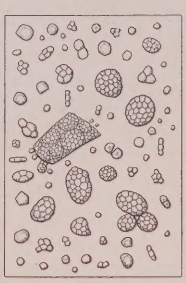
Mohrenhirse
Abb. 51 (S. 42).

Kolbenhirse
Abb. 55 (S. 43).

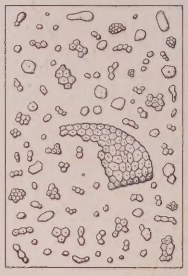


Rispenhirse
Abb. 53 (S. 43).

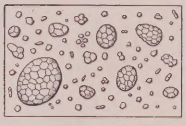
Reismelde
Abb. 64 (S. 46).



Eleusine
Abb. 58 (S. 44).



Buchweizen
Abb. 62 (S. 45).



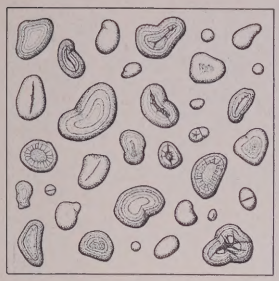
Taumellolch
Abb. 70 (S. 48).

Kornrade
Abb. 77 (S. 50).

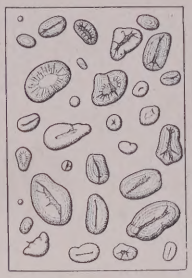
Wicke
Abb. 95 (S. 56).

Ackerbohne
Abb. 161 (S. 83).

Stärkearten. Vergr. 200fach.

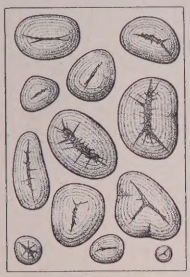


Erbse Abb. 133 (S. 74).

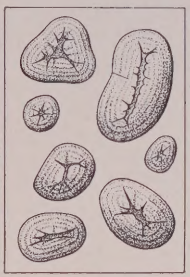


Linse Abb. 138 (S. 75).

Bohne Abb. 143 (S. 77).



Mondbohne
Abb. 148 (S. 80).



Adzukibohne
Abb. 155 (S. 82).

Mungobohne
Abb. 152 (S. 81).

Lablab
Abb. 173 (S. 87).

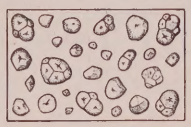
Canavalia
Abb. 166 (S. 85).

Kartoffel Abb. 183 (S. 93).

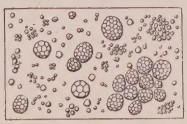
Maranta Abb. 184 (S. 94).

Kurkuma Abb. 185 (S. 94).

Canna Abb. 186 (S. 94).



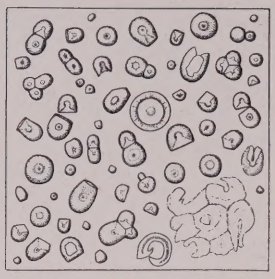
Colocasia
Abb. 187 (S. 95).



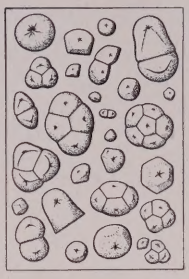
Hydrosme
Abb. 188 (S. 96).

Sago Abb. 189 (S. 96).

Stärkearten. Vergr. 200fach.

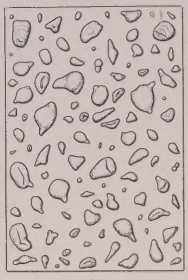


Manihot Abb. 190 (S. 97).

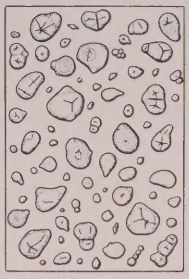


Batate Abb. 191 (S. 98).

Dioscorea Abb. 192 (S. 99).

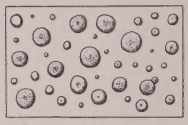


Echte Kastanie
Abb. 193 (S. 100).

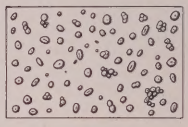


Roßkastanie
Abb. 194 (S. 100).

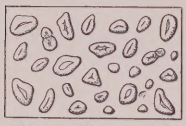
Banane
Abb. 195 (S. 101).



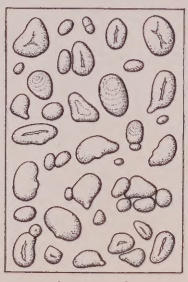
Erdnuß Abb. 242 (S. 126).



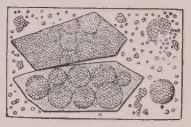
Kernel
Abb. 310 (S. 155).



Eichel Abb. 382 (S. 187).

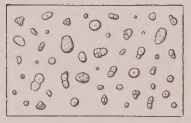


Kolanuß
Abb. 404 (S. 198).

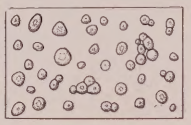


Pfeffer Abb. 459 (S. 226).

Lorbeersamen
Abb. 508 (S. 253).

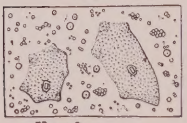


Kakao
Abb. 399 (S. 194).



Piment
Abb. 503 (S. 251).

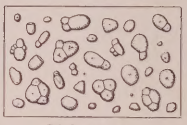
Muskatnuß
Abb. 516 (S. 257).



Kardamomen
Abb. 542 (S. 269).

Ingwer
Abb. 625 (S. 301).

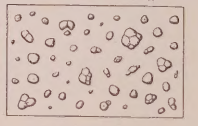
Zittwer
Abb. 633 (S. 305).



Chin. Zimt
Abb. 644 (S. 314).

Mutternelke
Abb. 595 (S. 290).

Galgant
Abb. 637 (S. 306).



Ceylon-Zimt
Abb. 647 (S. 316).

Stärkearten. Vergr. 200fach.

V. Ölhaltige Samen und Früchte.

Die Bedeutung und Verwendung ölhaltiger Samen und Früchte.

Wenn wir die verschiedenen Nutzpflanzen in bezug auf ihre Bedeutung für die Ernährung des Menschen vergleichen, nehmen neben den in den vorigen Abschnitten behandelten Pflanzen mit stärkehaltigen Reservestoffbehältern die Pflanzen mit ölhaltigen Samen und Früchten die erste Stelle ein. Fettes Öl ist ähnlich wie die Stärke ein so verbreiteter Reservestoff im Pflanzenreich, daß wir ihm ebenfalls außerordentlich häufig begegnen. Zu den ölhaltigen Samen und Früchten im engeren Sinne rechnen wir aber nur solche, deren Anbau- und Nutzwert in erster Linie durch ihren Gehalt an fettem Öl bedingt wird. Bei dieser Umschreibung der ölhaltigen Samen und Früchte ist allerdings zu berücksichtigen, daß der hohe Nährwert und die Verwendungsmöglichkeit der meisten Ölfrüchte dadurch gesteigert werden, daß sie gleichzeitig reich an anderen, insbesondere eiweißartigen Reservestoffen sind.

Wenn auch viele ölhaltige Samen der menschlichen Ernährung dienen, indem sie ganz oder zerkleinert, roh oder zubereitet genossen werden oder auch in der Konditorei und Bäckerei Verwendung finden, liegt die eigentliche wirtschaftliche Bedeutung der meisten Ölfrüchte doch darin, daß sie das Ausgangsmaterial für die Gewinnung vegetabilischer Öle abgeben. Die Darstellung der Öle erfolgt meist durch Pressung, jedoch auch durch Extraktion oder Hitze. Die bei der Ölgewinnung als Rückstand verbleibenden Öl- oder Preßkuchen und Extraktionsschrote sind durch hohen Gehalt an eiweißartigen und anderen Nährstoffen ausgezeichnet und finden daher zur Tierfütterung Verwendung. Die mikroskopische Kontrolle dieser allgemein verbreiteten Futtermittel ist eine wichtige Aufgabe der landwirtschaftlichen Untersuchungsstellen; auch der Nahrungsmittelchemiker kann die genaue Kenntnis der anatomischen Bauverhältnisse der wichtigsten Ölfrüchte nicht entbehren, zumal gemahlene Preßrückstände ein sehr beliebtes Streckungs- und Verfälschungsmittel für pulverförmige Gewürze und Genußmittel abgeben.

Die im folgenden behandelten Ölsamen und Ölfrüchte lassen sich in zwei Gruppen teilen:

I. Ölsamen, die ausschließlich oder doch in großem Umfange der Ölgewinnung dienen und daher als Ausgangsmaterial für Preßkuchen und Extraktionsschrote in Frage kommen:

Raps (S. 107)
Rübsen (S. 107)
Leindotter (S. 109)
Leinsamen (S. 113)
Mohn (S. 116)
Bucheckern (S. 118)
Hanf (S. 119)
Sesam (S. 121)
Sojabohne (S. 122)
Erdnuß (S. 124)
Sonnenblume (S. 126)
Saflor (S. 129)
Nigersaat (S. 131)
Baumwolle (S. 132)
Kapok (S. 135)
Olive (S. 136)
Rizinus (S. 138)
Kandelnuß (S. 140)
Mowra (S. 141)
Kokosnuß (S. 142)
Palmnuß (S. 143)

II. Ölsamen, bei denen die Ölgewinnung erst an zweiter Stelle steht oder ganz fortfällt. Diese Samen dienen wegen ihrer Schmackhaftigkeit, verbunden mit hohem Nährwert, in erster Linie dem unmittelbaren Genuß und finden außerdem zu Konditoreiwaren ausgedehnte Verwendung.

Hierhin gehören:

Haselnuß (S. 147)
Walnuß (S. 149)
Paranuß (S. 150)
Mandeln (S. 151)
Mandelersatz: Aprikosen-, Pfirsich- und Pflaumenkerne (S. 152), Kernel (S. 154).
Pistazie (S. 156).

Die mikroskopische Untersuchung der Ölfrüchte, sowie ihrer Preß- und Extraktionsrückstände.

Die mikroskopische Erkennung und Bestimmung zerkleinerter Teile der Ölfrüchte, insbesondere der Bestandteile von Preßkuchen, kann erst dann erfolgreich in Angriff genommen werden, wenn das anatomische Studium der wichtigsten Ölfrüchte vorangegangen ist und mit ihren allgemeinen Bauverhältnissen und mit den charakteristischen Bestandteilen sowohl der inneren Gewebe als auch der Samenschale und Fruchtwand vertraut gemacht hat.

Bei der Herstellung von Schnitten durch ölhaltige Samen und Früchte ist zu berücksichtigen, daß das mikroskopische Bild durch den Ölgehalt der Gewebe beeinträchtigt wird. Es ist daher notwendig, das Untersuchungsmaterial oder die angefertigten Schnitte zunächst mit Äther zu extrahieren. Die Untersuchung erfolgt dann entweder in Wasser, gegebenenfalls unter Zusatz wässeriger Jodlösung, besser in Chloralhydrat, dessen aufhellende Wirkung durch Erwärmen auf dem Objektträger ganz wesentlich beschleunigt und gesteigert werden kann. Auch Präparate in Phlorogluzin + Salzsäure sind häufig empfehlenswert, da sie verholzte Gewebebestandteile deutlicher hervortreten lassen.

Bei der Prüfung von Preß- und Extraktionsrückständen kann von der Ätherbehandlung im allgemeinen abgesehen werden, da der größte Teil des Fettes bereits entfernt ist. Die gut verriebene Probe wird am besten in Chloralhydrat, gegebenenfalls unter Erwärmung, sowie in Phloroglucin + Salzsäure untersucht. Außerdem sind Präparate in wässeriger Jodlösung zur Prüfung auf Stärke wünschenswert; Ölfrüchte sind im allgemeinen stärkefrei, jedoch kommen Stärkekörner regelmäßig bei der Erdnuß, vereinzelt auch bei verschiedenen anderen Ölsaaten vor.

Besondere Sorgfalt ist bei der Untersuchung der Rückstände von Ölfrüchten auf die Auswahl der zu mikroskopierenden Probe zu legen. Der Anfertigung der mikroskopischen Präparate und der mikroskopischen Prüfung muß die makroskopische Betrachtung und die Untersuchung des Materiales bei Lupenvergrößerung vorangehen; beide geben wichtige Anhaltspunkte ab, zumal die physikalischen Eigenschaften der Ölkuchen und Schrote sehr charakteristisch und je nach der Herkunft verschieden sind. Vielfach werden die Ergebnisse dieser Vorprüfung für die Wahl der zu mikroskopierenden Probe von Bedeutung sein; insbesondere kann es sich empfehlen, die bei Lupenvergrößerung deutlich sichtbaren, gröberen Teile für sich herauszusuchen und getrennt zu mikroskopieren. Dabei darf aber nicht vergessen werden, daß solche Präparate allein kein Durchschnittsbild von der Zusammen-

setzung eines Preßkuchens abgeben können, und daß die Herstellung einer genügenden Anzahl von mikroskopischen Präparaten aus den verschiedensten Teilen des Untersuchungsmateriales und insbesondere auch von äußerlich nicht auffallenden Teilen unter allen Umständen notwendig bleibt.

Ölhaltige Cruciferensamen und ihre Preßkuchen.

Raps und Rübsen.

Die Familie der Cruciferen enthält im Raps (*Brassica Napus* L.) und im Rübsen (*Brassica campestris* L.) Pflanzen, die wegen des Ölreichtums ihrer Samen in gemäßigten Klimaten in bedeutendem Umfange angebaut werden. Die dunkelbraunen, kugeligen Samen von Raps und Rübsen ähneln einander (Abb. 196). Die ersten sind jedoch meist etwas größer (ca. 2 mm) als Rübsensamen (ca. 1,5 mm); bei Lupenvergrößerung erkennen wir ferner, daß die Oberfläche der Rübsensamen eine sehr feine Felderung, diejenige der Rapssamen dagegen nur eine feine Punktierung aufweist. Mediane Längsschnitte durch die Samen zeigen uns übereinstimmend bei Raps und Rübsen einen von der braunen Samenschale eingeschlossenen, gelblichen Embryo mit längsgefalteten Kotyledonen und der in der Rinne der Kotyledonen liegenden Radicula.

Abb. 196. Raps- und Rübsensamen. Nat. Gr. (oben) und Vergr. 5fach (unten).

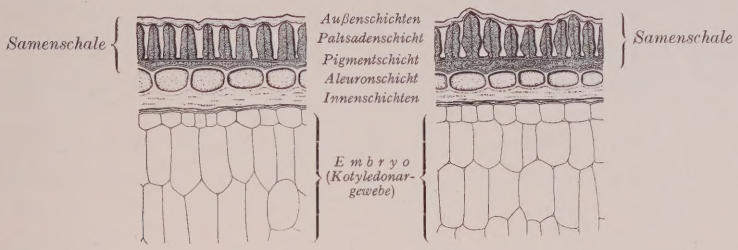


Abb. 197. Querschnitt durch Raps-Samen.

Abb. 198. Querschnitt durch Rübsen-Samen.

Vergr. 200fach.

Dem ähnlichen makroskopischen Aussehen entspricht ein ziemlich übereinstimmender mikroskopischer Bau der Samen von Raps und Rübsen.

Die Samenschale läßt auf Querschnittsbildern (Abb. 197 und 198) von außen nach innen folgende Schichten erkennen:

1. stark kollabierte Außenschichten;
2. die Palisadenschicht oder Steinzellenschicht aus becherförmigen Zellen mit engem Lumen und rotbrauner Membran. Unterschiede zwischen Raps und Rübsen bestehen darin, daß beim ersten die Palisadenzellen gleich hoch sind, während beim Rübsen niedrigere Zellen mit etwas höheren abwechseln. Außerdem liegen in der Form der Verdickungen gewisse Verschiedenheiten vor.

3. die Pigmentschicht, bestehend aus zartwandigen Zellen mit braunem Inhalt;
4. die Aleuronschicht: Aleuron und Öl führende Zellen mit ziemlich derbwandiger, farbloser Membran;
5. stark kollabierte Innenschichten.

Flächenschnitte durch die Samenschale lassen meist nur zwei Schichten, die Palisadenschicht und die Aleuronschicht, deutlich erkennen (Abb. 199 und 200). Die letztere besteht aus einer lückenlosen Schicht mehr oder minder regelmäßiger, polyedrischer Zellen; Unterschiede zwischen Raps und Rübsen sind hier kaum feststellbar. Dagegen zeigen Flächenansichten der Palisadenschicht gewisse Unterschiede, die aber nur für den geübten Beobachter deutlich genug sein dürften, um Raps und Rübsen mikroskopisch unterscheiden zu können.

Die Palisadenschicht sowohl des Rapses wie des Rübsens stellt in der Flächenansicht ein braunes Gewebe dar, das von annähernd isodia-

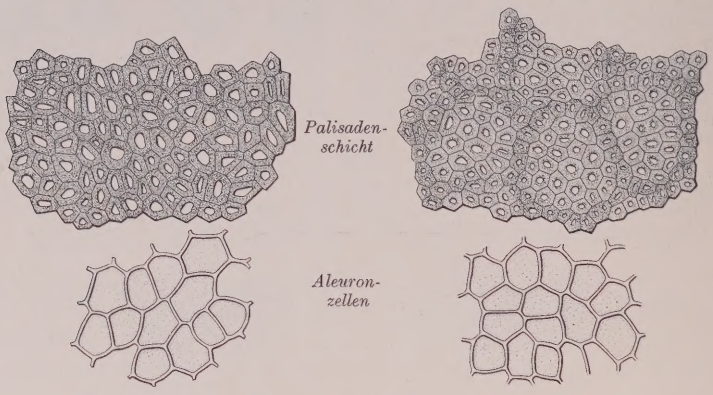


Abb. 199. Raps. Abb. 200. Rübsen.

Die wichtigsten Elemente der Samenschale von Raps und Rübsen in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

metrischen, allseitig gleichmäßig verdickten Zellen gebildet wird. Diese Zellen sind beim Rübsen im Durchschnitt etwas kleiner (ca. 8—20 μ) und stärker verdickt als beim Raps, wo sie 30 μ erreichen können. Außerdem weist die Palisadenschicht des Rübsens in der Flächenansicht eine undeutliche große Felderung auf, die beim Raps fehlt. Diese Felderung kommt durch die schon erwähnten Unterschiede in der Höhe der Palisadenzellen zustande, wobei die dunkleren Maschen den höheren, die hellen Flächen den niedrigeren Zellen entsprechen (vgl. Abb. 198).

Der von der Samenschale eingeschlossene Embryo besteht aus sehr dünnwandigen parenchymatischen Zellen, die Aleuron und Öl führen. Der Bau ist bei Raps und Rübsen gleich. Behandlung mit wässeriger Jodlösung gibt gelbbraune Färbung, während in Kalilauge Gelbfärbung eintritt.

Bei der Untersuchung der Ölkuchen fallen zunächst die massenhaften Fetzen der zertrümmerten Keimlingsgewebe als flockige Gebilde auf, die sich mit Jodlösung gelbbraun, mit Kalilauge zitronengelb färben;

im auffallenden Licht, also bei abgedrehtem Spiegel, erscheinen sie gelblichweißlich. Die eigentliche Bestimmung erfolgt durch den Nachweis der ebenfalls reichlich vorhandenen dunkelbraunen Fragmente der Samenschale, welche die charakteristische Steinzellenschicht meist in Flächenansicht zeigen.

Andere Cruciferensamen und Unkrautsamen in Raps und Rübsen.

Zur Beurteilung und vor allem zur Herkunftsbestimmung von Raps und Rübsen, sowie der aus ihnen gewonnenen Preßkuchen kann der Nachweis der in ihnen anzutreffenden Unkrautsamen, insbesondere auch anderer Cruciferensamen, von Bedeutung sein. Bei deutscher Saat treffen wir im allgemeinen die gleichen Unkrautsamen an, die bereits weiter oben als Verunreinigungen des Getreides beschrieben sind (S. 47). Die Unterscheidung dieser Unkrautsamen ist, soweit sie aus anderen Pflanzenfamilien stammen, verhältnismäßig einfach, da solche Samen die für Cruciferensamen typischen Bauverhältnisse vermissen lassen. Dagegen kann die Erkennung fremder Cruciferensamen wegen des ähnlichen anatomischen Baues Schwierigkeiten bereiten. Als wichtigste Beimischungen und Verunreinigungen kommen Leindotter, Ackersenf, Hederich, Pfennigkraut, Kresse- und Senfsamen in Frage. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß sich alle Cruciferensamen mit Schleimepidermis, weiter solche mit hellen oder farblosen Palisadenzellen ohne weiteres als nicht zu Raps und Rübsen gehörig kennzeichnen. Im einzelnen unterscheiden sich die angeführten Cruciferensamen von Raps und Rübsen in folgender Weise:

Leindotter.

Der Leindotter, *Camelina sativa* L., ist gleichzeitig ein Ackerunkraut und eine, wenn auch nur in beschränktem Umfange gebaute Kulturpflanze, da die Samen reichlich Öl enthalten.

Die Samen (Abb. 201) sind klein, gelb- bis rötlichbraun, länglich gestreckt mit longitudinaler Rippe und feinkörniger Oberfläche.

Die Samenschale zeigt den für Cruciferensamen charakteristischen Bau und läßt Epidermiszellen, Palisadenzellen und die mit der Samenschale verwachsene Aleuronschicht als Hauptbestandteile erkennen.

Die Epidermiszellen sind verhältnismäßig groß und vor den entsprechenden Zellen anderer Cruciferensamen durch eine scharf umgrenzte axiale Schleimsäule ausgezeichnet, die sich in Flächenschnitten als doppelter Ring mit dunklem Zentrum, in Querschnittsbildern als Säule mit verbreitertem Kopf zeigt (Abb. 202a).

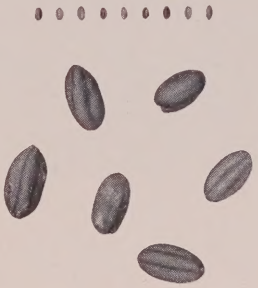


Abb. 201. Leindottersamen. Oben nat. Gr., unten Vergr. 5fach.

Die Palisaden- oder Steinzellen (Abb. 202b) sind verhältnismäßig groß und erscheinen hellbraun; auf Querschnitten (Abb. 202c) sehen wir, daß sie auffallend flach sind, so daß sie die Bezeichnung Palisadenzellen kaum noch verdienen.

Die weiter nach innen liegende Aleuronschicht zeigt das für Cruciferensamen übliche Bild; die Zellwände sind ziemlich dünnwandig und treten sehr deutlich hervor.

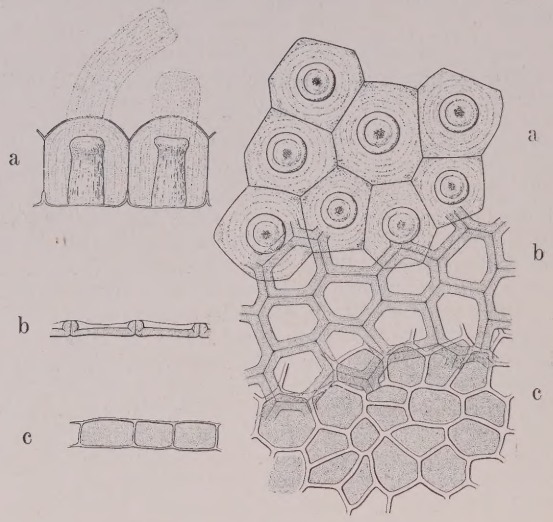


Abb. 202. Samenschale des Leindottersamens. a) Epidermiszellen, b) Palisadenzellen, c) Aleuronzellen. Links Querschnittsbilder, rechts Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Der Embryo besteht aus kleinen, Öl und Aleuron führenden Zellen, die keine charakteristischen Merkmale besitzen.

Ackersenf.

Die Samen des bereits früher (S. 52) beschriebenen Ackersenfs *Sinapis arvensis* L. haben deutlich hervortretende Schleimzellen der Samenschalenepidermis, sowie eine Palisadenschicht aus isodiametrischen Steinzellen mit gelblichen Membranen und tiefschwarzem, in Chloralhydrat sich rot lösenden Inhalt (Abb. 84 u. 85).

Hederich.

Hederichsamen (*Raphanus raphanistrum* L.) (vgl. S. 53) sind an der mit dunkler Maschenzeichnung versehenen braunen Palisadenschicht aus kleinen Steinzellen zu erkennen (Abb. 89). Außerdem finden sich oft Reste der Fruchtwand mit den charakteristischen Epidermis- und Hypodermzellen (Abb. 87 u. 88).

Pfennigkraut.

Die Samen des Pfennigkrautes *Thlaspi arvense* L. (S. 54) unterscheiden sich von anderen Cruciferensamen vor allem durch die mit dunklen, parallel verlaufenden Streifen versehene Palisadenschicht (Abb. 91).

Kressesamen.

Die Samen verschiedener Kressearten, wie der Gartenkresse (*Lepidium sativum* L.), kommen ebenfalls in Ölsaaten vor. Die Samen von *Lepidium sativum* (Abb. 203) sind 2—3 mm lang, abgeflacht, auf der einen Längsseite stärker gewölbt als auf der anderen und längsgefurcht; die Farbe ist ein helles Schokoladenbraun.

Die für die Erkennung von Kressesamen wichtigen Bestandteile der Samenschale sind in Quetschpräparaten leicht aufzufinden, wo sie sich in Flächenansicht, hie und da auch als Querschnittsbilder zeigen (Abb. 204).

Die Oberhautzellen der Samenschale sind stark quellbar, sie bieten daher in Alkohol- und Glyzerinpräparaten ein anderes Bild als in Wasser. Von der Fläche gesehen, zeigen sie sich als regelmäßig polyedrische Zellen; auf Querschnittsansichten haben sie eine leicht gestreckte Form, in beiden Fällen mit eigenartigen, unregelmäßig gefalteten oder gezackten Schleimzentren (Abb. 204a und c).

Abb. 203. Kressesamen. Oben nat. Gr., unten Vergr. 5fach.

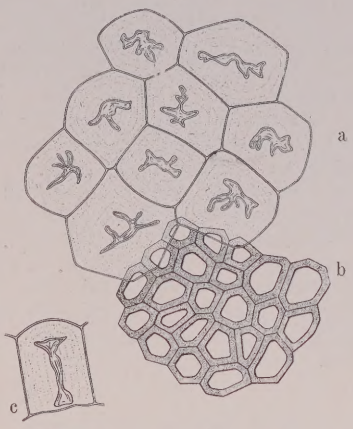


Abb. 204. Oberhaut- und Palisadenzellen des Kressesamens. a, c Oberhautzellen, b, d Palisadenzellen; a, b Flächenansicht, c, d Querschnitt. Vergr. 200fach.

Unter der Oberhaut liegt eine braune Palisadenschicht aus becherförmigen Zellen, deren radiale und Innenwände verdickt sind (Abb. 204b und d).

Die unter der Palisadenschicht befindlichen Aleuronzellen sind meist nur undeutlich zu erkennen und bieten ebenso wie die kleinen, mit Eiweiß und Öl angefüllten Zellen des Keimlings keine charakteristischen Merkmale.

Senfsamen.

Der anatomische Nachweis von Senfsamen in Ölkuchen von Raps und Rübsen ist dadurch verhältnismäßig einfach, daß die Samen der verschiedenen Senfarten meist entweder eine farblose Palisadenschicht oder deutlich sichtbare Schleimepidermiszellen, oft auch beides besitzen, während die Samenschale von Raps und Rübsen keine Einzelheiten der Epidermiszellen erkennen läßt und eine dunkelbraune Palisadenschicht aufweist. Bezüglich der näheren Bestimmung fraglicher Senfsamen muß auf die späteren Ausführungen des Abschnittes VIII verwiesen werden. Der Nachweis von Senfsamen in Ölsaaten oder Ölkuchen hat deswegen praktische Bedeutung, weil die Anwesenheit solcher Samen die Verwendung zu Futterzwecken ausschließt.

Indischer Raps.

Der indische Raps, *Brassica Napus* L. var. *dichotoma* Prain, ist eine in Indien viel angebaute Spielart des europäischen Rapses. Die Körner sehen unseren Rapssamen recht ähnlich, auch liegen mikroskopische Unterscheidungsmerkmale zwischen indischem und der weiter oben behandelten *Brassica Napus* L. nicht vor.

Da morphologische und anatomische Merkmale fehlen, muß sich die Unterscheidung und Bestimmung des indischen Rapses ausschließlich auf die in der Handelsware anzutreffenden sonstigen Samen erstrecken. Für europäischen Raps sind die auf S. 47 u. 109 erwähnten Unkrautsamen charakteristisch, während im indischen Raps als Leitelemente die Samen von *Eleusine*, von Sarson (*Brassica Napus* L. var. *glauca* [Roxb.] O. E. Schulz) und vom indischen Braunsenf (*Brassica integrifolia* O. E. Schulz) anzutreffen sind.

Eleusine-Samen sind an den hochzusammengesetzten Stärkekörnern und der eigenartigen, mit warzenförmigen Ausstülpungen versehenen Samenschale zu erkennen (vgl. S. 43).

Sarson ist weiter unten näher beschrieben und durch eine meist farblose Steinzellenschicht genügend charakterisiert.

Die Samen des erst später (S. 240) behandelten indischen Braunsenfs, *Brassica integrifolia* O. E. Schulz, besitzen eine aus Schleimzellen bestehende Epidermis, sowie eine aus großen Steinzellen mit scharf abgesetzter dunkler Maschenzeichnung gebildete Palisadenschicht, deren Elemente auf Querschnittsbildern verhältnismäßig niedrig und dickwandig sind.

Sarson.

Der indische Sarson, *Brassica Napus* L. var. *glauca* (Roxb.) O. E. Schulz, stellt ebenfalls eine wichtige ausländische Ölsaat dar, die sich aber von den vorstehenden sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch unterscheiden läßt.

Sarson-Samen sind eckig-kuglig, von glatter Oberfläche und selten über 2 mm groß (Abb. 205). Die Farbe ist im allgemeinen gelb, jedoch kommen neben den gelben stets auch leberbraune Samen vor; der Anteil der leberbraunen Samen beträgt meist nur wenige Prozent, kann jedoch auch sehr hoch heraufgehen.

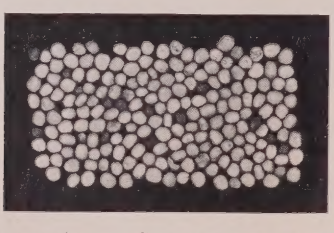


Abb. 205. Sarson-Samen [*Brassica Napus* L. var. *glauca* (Roxb.) O. E. Schulz]. Nat. Gr.

Abb. 206. Querschnitt durch die Samenschale des Sarson [*Brassica Napus* L. var. *glauca* (Roxb.) O. E. Schulz]. Vergr. 200fach.

Das mikroskopische Querschnittsbild der Samenschale (Abb. 206) zeigt stark zusammengedrückte Epidermis- und Großzellschichten, darunter farblose, stark verdickte, gleich hohe Steinzellen, eine einfache farblose Pigmentschicht, eine zuweilen doppelte Aleuronschicht und völlig kollabierte Innenschichten.

Auf Flächenschnitten (Abb. 207) sind außer den sehr stark verdickten, bis 20 μ großen, farblosen Steinzellen nur die allerdings wenig charakteristischen Aleuronzellen zu sehen, während die kollabierten Epidermis- und Großzellen nicht zu erkennen sind. Hierin wie in dem ungleich bedeutenderen Durchmesser der Steinzellen liegen die Hauptunterschiede zu dem später behandelten weißen Senf, *Sinapis alba* (S. 243).

Weniger eindeutig sind die mikroskopischen Merkmale der im indischen Sarson enthaltenen braunen Samen, die durch braune Steinzellen ausgezeichnet sind. Wegen der Unkenntlichkeit von Epidermis- und Großzellen, sowie der bedeutenden Größe der Steinzellen und des Fehlens einer Maschenzeichnung sind Verwechslungen mit der gewöhnlichen *Brassica Napus* (S. 107) leicht möglich, die ebenfalls diese Merkmale besitzt. In Zweifelsfällen sind Vergleichspräparate zur Untersuchung heranzuziehen; sie zeigen, daß die Steinzellen unserer *Brassica Napus* durchschnittlich etwas größer, wesentlich weitlumiger und dunkler sind (vgl. Abb. 199) als die mehr gelbbraunen Steinzellen der braunen Varietät von *Brassica Napus* L. var. *glauca*. Im allgemeinen wird eine genaue Bestimmung der braunen Sarson-Samen nicht erforderlich sein, da die hellen Samen meist weit überwiegen und durch die oben erwähnten Merkmale, insbesondere die farblose, der Maschenzeichnung entbehrende Steinzellenschicht genügend charakterisiert sind.

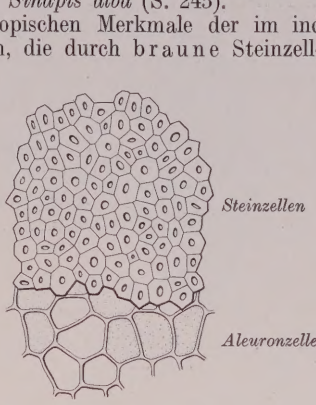


Abb. 207. Samenschale von Sarson [*Brassica Napus* L. var. *glauca* (Roxb.) O. E. Schulz] in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Sarson ist eine vor allem im Ganges-Gebiet in Indien weit verbreitete Pflanze. Sarson-Samen sind daher ein wichtiges Leitmerkmal für alle aus dem Gangesgebiet stammenden Rapse, insbesondere für den weiter oben behandelten indischen Raps sowie für den indischen Braunsenf (vgl. S. 240).

Leinsamen.

Die wahrscheinlich aus Westasien stammende Lein- oder Flachspflanze, *Linum usitatissimum* L. (Fam. Linaceae), wird nicht nur ihrer Fasern, sondern auch des Ölreichtums ihrer Samen wegen in vielen Ländern, vor allem Rußland, Indien und Argentinien gebaut. Die Preßrückstände, „Leinkuchen", finden in erster Linie als Kraftfuttermittel Verwendung, werden jedoch auch zuweilen zur Fälschung menschlicher Nahrungs- und Genußmittel, insbesondere des Pfefferpulvers, gebraucht.

Abb. 208. Leinsamen. Vergr. 2fach.

Leinsamen haben eine sehr charakteristische, länglich eiförmige und seitlich stark flachgedrückte Form mit glänzender, brauner Oberfläche (Abb. 208). Ein in mittlerer Höhe des Kornes geführter Querschnitt läßt bei Lupenvergrößerung die großen Kotyledonen des Embryos erkennen; diese sind von einem schmäleren Endosperm eingeschlossen, das seinerseits von der Samenschale begrenzt wird (Abb. 209). Samenschale, Endosperm und Embryo bilden also die Bestandteile des Leinsamens.

Zur Herstellung genügend dünner Querschnitte sind die Samen in Holundermark oder noch besser nach vorhergehendem Einbetten in Paraffin zu schneiden. Zur Untersuchung der Samenschale genügt die unmittelbare Übertragung der Schnitte in Wasser, während Endosperm und Embryo Einzelheiten besser in Schnitten erkennen lassen, die zunächst mit Äther entfettet sind.

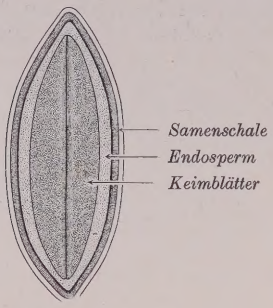


Abb. 209. Querschnitt durch Leinsamen. Vergr. 20fach.

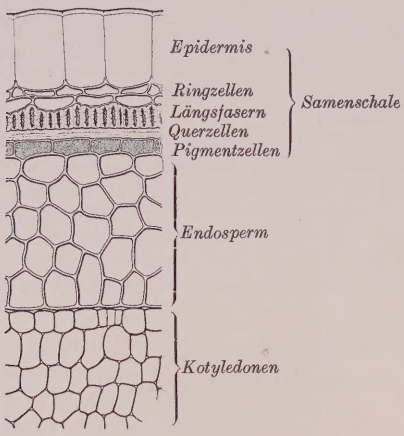


Abb. 210. Querschnitt durch Leinsamen. Vergr. 200fach.

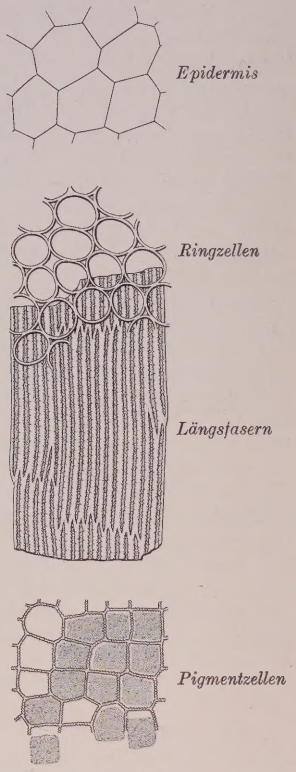


Abb. 211. Die wichtigsten Schichten der Leinsamenschale in Flächenschnitten. Vergr. 200fach.

Um den Bau der Samenschale kennen zu lernen, empfiehlt es sich, Querschnitte und Flächenschnitte nebeneinander zu betrachten (Abb. 210 und 211). Die Samenschale zeigt 5 wohldifferenzierte Schichten:

1. die farblose, großzellige Epidermis, die als Schleimepidermis ausgebildet ist. Das Aufquellen der Oberhautzellen läßt sich mikroskopisch gut verfolgen, wenn man Querschnitte zunächst nicht in Wasser, sondern in reines Glyzerin oder in Alkohol überträgt und vom Rande des Deckgläschens Wasser zutreten läßt.

   In Flächenschnitten zeigen sich die Epidermiszellen als dünnwandige, regelmäßig polygonale Zellen.

2. die meist 2fache Ringzellenschicht, so genannt, weil die Zellen in Flächenansicht ringförmig aussehen. Sie sind ziemlich dünnwandig und lassen große, oft luftführende Intercellularen erkennen.
3. die Längsfaserschicht aus langen, in der Längsrichtung des Samens gestreckten Faserzellen. Auf Flächenschnitten ist die Fasernatur dieser Zellen, sowie ihre reichliche feine Tüpfelung deutlich zu erkennen. Auf Querschnitten zeigen sich die Faserzellen als schmale, rechteckige Gebilde, die palisadenartig nebeneinander stehen. Behandlung mit Phlorogluzin + Salzsäure ergibt Rotfärbung der sonst hellgelblichen Zellwände.
4. eine mehrfache Schicht stark kollabierter Zellen, die als Querzellenschicht bezeichnet werden kann, weil ihre äußerste Zellage senkrecht zu der darüber liegenden Längsfaserschicht angeordnet ist. Auf Flächenschnitten ist diese Schicht als feine, oft kaum sichtbare Strichelung unterhalb der ungleich derberen Längsfaserschicht zu erkennen.
5. die Pigmentzellenschicht: tafelförmige, in Flächenansicht annähernd quadratische Zellen mit gleichmäßig dunkelbraunem Inhaltskörper und weißer oder bläulich-weißer Membran; die Querwände sind so fein und regelmäßig getüpfelt, daß sie im Flächenschnitt sägeartig gezackt aussehen. Die Pigmentzellenschicht bewirkt die braune Farbe des Leinsamens; dem hellgelben indischen Leinsamen fehlt sie.

Das Endosperm des Samens ist meist 3—6 Zellen breit (Abb. 210); die Zellen sind dickwandiger und größer als die des Embryo, der vom Endosperm allseitig umschlossen ist.

Der Embryo besteht aus Würzelchen, Plumula und den Kotyledonen, die den Hauptbestandteil bilden. Alle Zellen sind zartwandig.

Abb. 212. Kotyledonarzellen des Leinsamens mit Aleuronkörnern (Alkoholpräparat). Vergr. 200fach.

Endosperm und Embryo sind stärkefrei; als Inhaltsstoffe führen sie außer fettem Öl vor allem Aleuronkörner. Die großen Aleuronkörner der Kotyledonen lassen in Alkohol deutlich kugelige Globoide und weniger deutlich stumpf-eckige Kristalloide erkennen (Abb. 212).

Gemahlene Leinkuchen stellen eine graugelbe Masse dar, in der man meist schon mit bloßem Auge die Fragmente der zertrümmerten Samenschale erkennen kann. Der mikroskopische Nachweis ist in Chloralhydrat- und Phlorogluzin + Salzsäurepräparaten leicht zu führen.

Leinkuchen ist stärkefrei. Der weitaus größte Teil besteht aus eiweißreichen Endosperm- und Embryozellen. Diagnostisch wichtige und unverkennbare Elemente der Samenschale sind reichlich vorhanden. Besonders ist auf die mit Phlorogluzin + Salzsäure sich rot färbende Längsfaserschicht zu achten, an der meist noch die darüber liegenden Ringzellen, seltener die darunter angeordneten Querzellen erkennbar sind; ferner auf die Pigmentschicht mit ihren dicht getüpfelten, weißlichen Membranen und dem gleichmäßig dunkelbraunen Inhalt. Die tafelförmigen Inhaltsklumpen sind oft herausgefallen und schwimmen im Präparat herum. Die parenchymatischen, farblosen Epidermiszellen sind ebenfalls reichlich anzutreffen. Auf eine Feststellung der aus den gequollenen Epidermiszellen stammenden

Schleimmassen kann man verzichten; ihr Nachweis wäre in Tuschepräparaten (S. 16) leicht zu führen.

Leinsamenkuchen enthalten häufig Unkrautsamen, insbesondere von *Lolium*-Arten und Cruciferen, bezüglich deren Erkennung und Nachweis auf die Abschnitte „Ackerunkräuter" (S. 47) und „Cruciferensamen" (S. 107) verwiesen sei. Leinkuchenmehl wird außerdem häufig mit anderen Ölkuchenmehlen sowie wertlosen Schalenbestandteilen der verschiedensten Samen und Früchte verfälscht. Leinsamenkuchen fremder Herkunft enthalten abweichende Beimischungen.

Mohn.

Die Samen der im Mittelmeergebiet heimischen Mohnpflanze (*Papaver somniferum* L., Fam. Papaveraceae) sind meist nur etwa 1 mm groß und besitzen eine nierenförmige Gestalt (Abb. 213). Ihre Farbe ist weiß, gelblich, braun, blau oder auch schwarz; die Oberfläche zeigt bei Lupenvergrößerung eine deutliche, gleichmäßige Felderung durch erhabene Leisten.

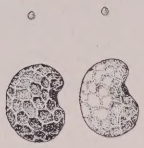


Abb. 213. Mohnsamen. Links blauer, rechts weißer Mohn. Nat. Größe (oben). Vergr. 10fach (unten).

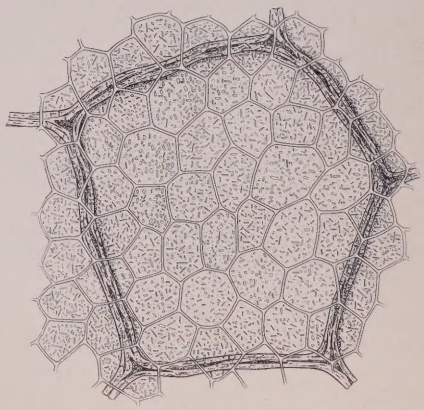


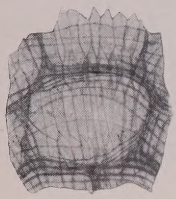
Abb. 214. Samenschale des Mohns, Flächenansicht der äußeren Schichten. Vergr. 200fach.

Mohnsamen dienen wegen ihres hohen Ölgehaltes vor allem zur Ölgewinnung, die dabei zurückbleibenden Preßrückstände als Viehfutter. Daneben werden die zerriebenen oder ganzen Samen zur Bereitung von Speisen und für Bäckereizweeke verwendet.

Querschnitte durch Mohnsamen zeigen eine sehr dünne Samenschale, ein stark entwickeltes Endosperm und den Embryo. Einzelheiten der Samenschale sind auf Querschnitten sehr schwer zu erkennen, da die Zellen entweder sehr klein oder stark kollabiert sind.

Für die mikroskopische Erkennung von Mohnsamen genügen Flächenansichten der Samenschale; geeignete Präparate werden am einfachsten so gewonnen, daß Samen auf dem Objektträger zerquetscht und etwas zerrieben werden. Das mikroskopische Bild ist je nach der Einstellung verschieden. Bei Einstellung auf die äußersten Schichten bietet sich das in Abb. 214 wiedergegebene Bild; unter einer Schicht aus kleinen, parenchymatischen Zellen, die reichlich Kristallsand und kleine Oxalatkristalle führen, ist die für die Oberfläche der Mohnsamen charakteristische Felderung durch ganz große Zellen deutlich zu erkennen.

Bei etwas tieferer Einstellung (Abb. 215, Übersichtsbild in nur 50facher Vergrößerung) sehen wir weiter, daß an dem Zustandekommen der Felderung nicht nur die oberflächlichen, sondern auch tiefer liegende Gewebe beteiligt sind. Diese bestehen aus zwei sich kreuzenden Schichten; die mehr nach außen liegenden Zellen sind stark gestreckt und an den Stellen der Felderung deutlich verdickt; ebenso weisen die Zellen der quer darunter liegenden Schichten an den Felderungsstellen Verstärkungen und Abweichungen auf.



Vergr. 50fach

Abb. 215. Samenschale des Mohns (Übersichtsbild). Flächenansicht der mittleren Schichten (Gestreckte Zellen und Querzellen). Vergr. 50fach.

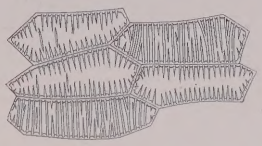


Abb. 216. Samenschale des Mohns. Netzzellen in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Unter diesen sich kreuzenden Zellagen befindet sich eine weitere, ebenfalls charakteristische Schicht, die wegen der eigenartigen Tüpfelung ihrer Zellen als Netzzellenschicht bezeichnet werden kann (Abb. 216). Diese Zellen enthalten in farbigen Mohnsamen einen dunklen, in Alkalien unlöslichen Farbstoff.

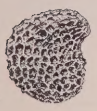


Abb. 217. Samen des Bilsenkrautes. Nat. Gr. (oben) und Vergr. 10fach (unten).

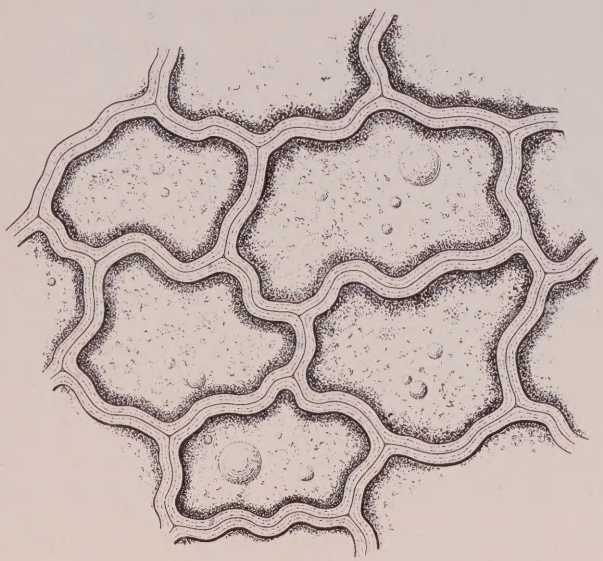


Abb. 218. Epidermiszellen der Samenschale des Bilsenkrautes. (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Die Zellen des von der Samenschale eingeschlossenen Endosperms und des Embryos sind dünnwandig und führen Aleuronkörner und fettes Öl.

Die mikroskopische Untersuchung der Preßrückstände bereitet keine Schwierigkeiten, da Bestandteile der charakteristischen Samenschale stets reichlich vorhanden sind.

Eine besondere Bedeutung hat der Nachweis von Bilsenkrautsamen (*Hyoscyamus niger* L., Fam. Solanaceae) im Mohn, da verschiedentlich Erkrankungen durch den Genuß von russischem und ungarischem Mohn beobachtet worden sind, der durch Bilsenkrautsamen verunreinigt war.

Bilsenkrautsamen haben eine gewisse Ähnlichkeit mit Mohnsamen (Abb. 217); sie sind ebenfalls nierenförmig, dabei jedoch etwas größer und auch leicht an der Farbe zu unterscheiden, wenn es sich um blauen oder weißen Mohn handelt, in dem die braunen Bilsenkrautsamen ohne weiteres auffallen. Der Hauptunterschied liegt in der Beschaffenheit der Oberfläche; an Stelle des gleichmäßigen und grobwandigen, erhabenen Leistennetzes weisen die Bilsenkrautsamen kleinere grubige Vertiefungen auf. Auch bei der mikroskopischen Untersuchung lassen sich Schalenfragmente der Bilsenkrautsamen ohne weiteres von denen des Mohnsamens unterscheiden; an Stelle des großen 5—6eckigen Maschennetzes der letzten finden wir große, derbwandige, wellig konturierte Epidermiszellen (Abb. 218).

Bucheckern.

Die dreikantigen, nüßchenartigen Früchte der Buche (*Fagus silvatica* L., Fam. Fagaceae) enthalten im Innern den aus der Samenschale, dem einschichtigen, mit der Samenschale verwachsenen Endosperm und dem ölreichen Keimling bestehenden Samen (Abb. 219).

Die Fruchtschale zeigt eine aus polygonalen Zellen bestehende äußere Oberhaut, die vor allem am Scheitel der Frucht schlanke, mit gelbbraunem Inhalt versehene Haare trägt (Abb. 220 links). Den Hauptbestandteil der Fruchtwand bildet eine bis zu 10 Lagen mächtige Schicht kleiner Steinzellen mit braunem Lumen. In den darunter liegenden Schichten aus meist dickwandigen, gestreckten Zellen verlaufen die Gefäßbündel. Die innere Oberhaut weist außer besonders langen, oft gedrehten, dünnwandigen Haaren mit meist braunem Inhalt (Abb. 220 rechts) keine besonderen Merkmale auf.

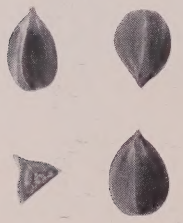


Abb. 219. Bucheckern. Nat. Gr.

Die Samenschale (Abb. 221), welcher oft noch Haare der inneren Fruchtwandschichten anhaften, läßt drei Schichten erkennen:

1. die aus großen parenchymatischen Zellen mit gleichmäßig braunem Inhalt bestehende Oberhaut;

2. ein mehrschichtiges parenchymatisches Gewebe mit gelblich-braunen Wänden und oft ebenfalls braunem Inhalt;

3. eine sich davon scharf absetzende Schicht aus zusammengedrückten Zellen.

Das Endosperm ist als einfache, flache Aleuronschicht mit undeutlichen Wänden und hellkörnigem Inhalt entwickelt und mit der Samenschale verwachsen.

Der Keimling füllt das ganze Innere des Samens aus. Er besteht aus parenchymatischen Zellen, die in der Hauptsache fettes Öl, Aleuronkörner und vereinzelte Oxalatdrusen enthalten.

Die Preßrückstände sind an Fragmenten der Fruchtschale und ihren charakteristischen Haaren, vor allem aber an Bruchstücken der Samenschale zu erkennen, die in Querschnitten den eben geschilderten Bau zeigen.

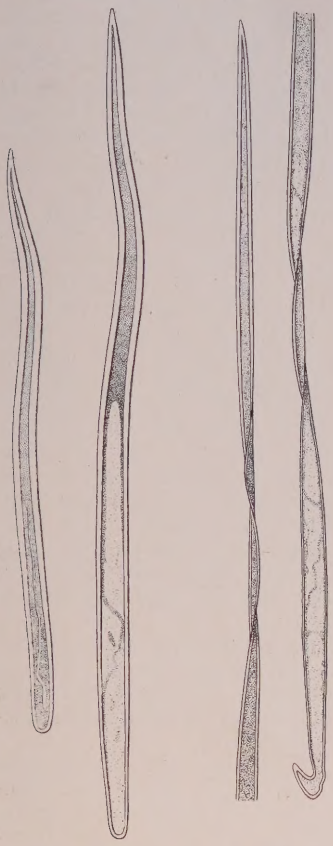


Abb. 220. Fruchtwandhaare der Buchecker. Links von der Außenseite, rechts von der Innenseite der Fruchtwand. Vergr. 200fach.

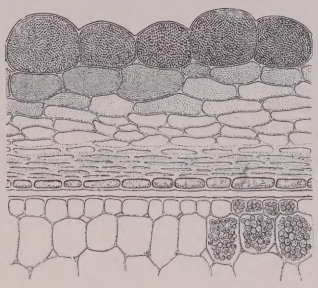


Abb. 221. Querschnitt durch Samenschale und Keimblattrand des Bucheckersamens. Vergr. 200fach.

Hanf.

Die Hanffrüchte, fälschlich meist als Hanfsamen bezeichnet, stammen von der hauptsächlich auch ihrer Fasern wegen angebauten Hanfpflanze *Cannabis sativa* L. (Fam. Urticaceae). Die nüßchenartigen Früchte (Abb. 222) sind eirund, etwas abgeflacht, am Rande schmal gekielt,

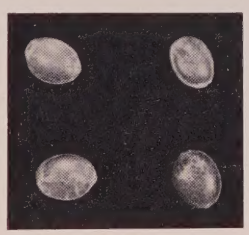


Abb. 222. Hanffrüchte. Vergr. 2fach.

4—5 mm lang und haben eine glänzende, grünlich-graue, hellgeaderte Fruchtschale, welche einen Samen allseitig einschließt.

Die Fruchtwand enthält Zellen sehr verschiedener Größe, die auf Querschnitten (Abb. 223) und Flächenschnitten (Abb. 224) charakteristische Bilder abgeben.

Die Epidermis besteht aus flachen, mäßig verdickten Zellen; diese sind auf Flächenschnitten wellig konturiert und zeigen vereinzelte, aber deutlich erkennbare Tüpfel.

Unter der Epidermis liegt ein mehrschichtiges, aus Elementen verschiedener Art gebildetes Mesokarp, in dem eine Lage brauner Zellen besonders auffällt, die auch auf Flächenschnitten (Abb. 224b) meist deutlich sichtbar ist und hier zarte Wände mit eigenartigen Verzahnungen erkennen läßt. Die innere Schicht des Mesokarps ist besonders kleinzellig und durch feine Zacken auf den inneren Zellwänden ausgezeichnet.

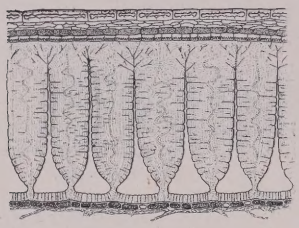


Abb. 223. Querschnitt durch die Fruchtwand des Hanfs. Vergr. 200fach.

Die innerste Schicht der Fruchtwand wird aus derbwandigen Palisadenzellen gebildet, deren Seitenwände bis auf den unteren Teil stark verdickt sind und Schichtung sowie feine Tüpfelung erkennen lassen. Im unteren Teil ist das Lumen trichterförmig erweitert. Die der Samenschale anliegende Zellwand ist ebenfalls deutlich verdickt und getüpfelt. Auf Flächenschnitten zeigen die Palisadenzellen je nach der Einstellung ein verschiedenartiges Bild. Bei hoher und mittlerer Einstellung (Abb. 224c) treten die starke Verdickung und die Tüpfelung deutlich hervor.

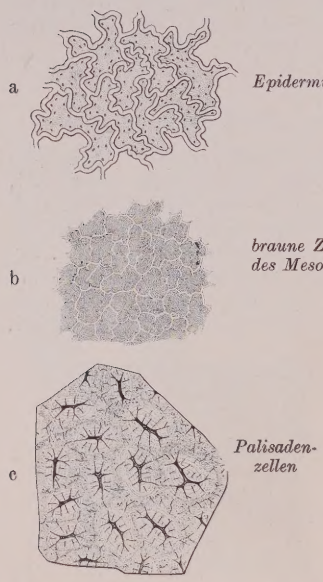


Abb. 224. Elemente der Fruchtschale des Hanfs in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Der Fruchtwand hängen meist Reste der Samenschale an, die aus verschiedenen, im allgemeinen stark kollabierten parenchymatischen Zellschichten besteht.

Fruchtwand und Samenschale hüllen den großen Embryo ein. Perisperm und Endosperm sind kaum ausgebildet und nur als dünnes Häutchen kollabierter Zellen zwischen Embryo und Samenschale zu erkennen. Die Zellen des Embryos enthalten reichlich Öl und große Aleuronkörner mit Kristallen und Globoiden.

Im Preßkuchen des Hanfes sind die Bestandteile der Fruchtschale in großen Mengen anzutreffen; sie sind an den wellig konturierten Oberhautzellen und den derben Palisadenzellen ohne weiteres zu erkennen.

Sesam.

Die Sesampflanze (*Sesamum indicum* L., Familie Pedaliaceae) wird ihrer ölreichen Samen wegen in allen wärmeren Ländern, vor allem in Indien und Afrika, viel angebaut. Die kleinen, flachen, leicht gerippten Samen (Abb. 225) haben eine weiße, gelbliche oder bräunliche Samenschale; das Innere des Samens besteht zur Hauptsache aus den Keimblättern des Embryos, die allseits vom Endosperm umschlossen sind. Sowohl die Zellen der Keimblätter wie des Endosperms enthalten reichlich fettes Öl.

Abb. 225. Sesam. Vergr. 2fach.

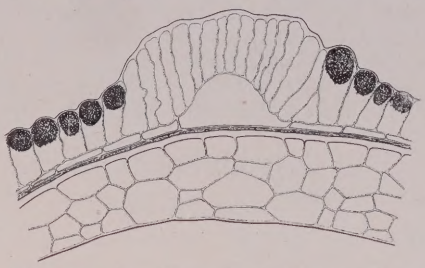


Abb. 226. Querschnitt durch Samenschale und Endosperm des Sesam-Samens. Vergr. 200fach.

Die Samenschale (Abb. 226) zeigt auf Querschnitten palisadenförmige Epidermiszellen, die an ihrem oberen Ende große, unregelmäßig kugelige Kalziumoxalatmassen enthalten; nur die stärker gestreckten und emporgewölbten Oberhautzellen an den feinen Rippen des Samens sind frei von Kalziumoxalat. Die radialen Wände der Epidermiszellen sind gewellt. Unter der Epidermis liegen zwei meist nur undeutlich sichtbare Zellschichten, von denen die innere stärker verdickte, gelbliche Wände besitzt.

Das Endosperm ist mit der Samenschale verwachsen und besteht aus 2—5 Schichten dünnwandiger Zellen; nur die Außenwand der äußeren Zellschicht ist stärker verdickt. Der Zellinhalt besteht aus Aleuronkörnern und fettem Öl.

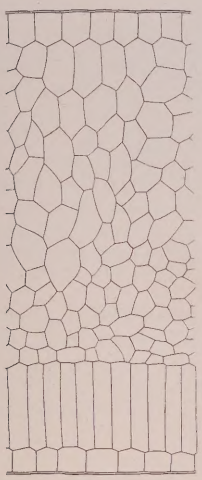


Abb. 227. Querschnitt durch ein Keimblatt des Sesam. Vergr. 200fach.

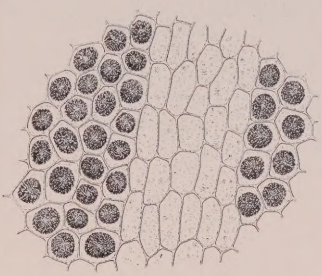


Abb. 228. Oberhaut der Samenschale des Sesam in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die beiden Keimblätter des Embryos sind aus parenchymatischen Zellen aufgebaut und lassen auf der Innenseite ein typisches Palisaden-

gewebe unterhalb der Epidermis erkennen (Abb. 227). Auch die Zellen der Keimblätter enthalten außer fettem Öl reichlich Aleuronkörner.

Die Untersuchung der Preßrückstände des Sesams erfolgt zweckmäßig in Chloralhydrat oder in Kalilauge. Der Sesamkuchen ist an den typischen Fragmenten der Samenschale, insbesondere den Epidermiszellen mit ihren charakteristischen Kalziumoxalatmassen leicht nachzuweisen, auch wenn sich die Oberhaut, was die Regel ist, nicht in Querschnittsbildern, sondern in Flächenansicht zeigt (Abb. 228). Meist finden sich Fragmente, welche sowohl Oberhautzellen mit Kalziumoxalat wie auch streifenförmig angeordnete, mehr längliche Epidermiszellen erkennen lassen, die frei von Kalziumoxalatmassen sind und den feinen Samenrippen entsprechen.

Leguminosensamen.

Sojabohne.

Die Sojabohne, *Glycine hispida* Maxim. (= *Soja hispida* Mönch.), ist in China heimisch und wird dort, wie vor allem auch in Japan und Indien, in mannigfachen Spielarten angebaut. Ihre Samen führen etwa 20 % Öl; das bei der Ölgewinnung zurückbleibende Extraktionsschrot ist infolge seines hohen Gehaltes an Rohprotein als Futtermittel besonders geschätzt. Die starke Verbreitung des Sojabohnenanbaues erklärt sich aber nicht nur aus der Verwendung des Öls und der Bohnenrückstände, vielmehr ist die Sojabohne auch in anderer Weise ein wichtiges Nahrungsmittel; sie wird wie andere Hülsenfrüchte genossen und gibt weiter das Ausgangsmaterial für eigenartige Gärungsprodukte ab, unter denen die gegorenen Breie Misa und Chiang, die pflanzlichen Käse Tolu und Nattos, sowie vor allem die aus Ostasien auch vielfach exportierte Schoyu-Tunke die wichtigsten sind.

Abb. 229. Sojabohnen. Nat. Gr.

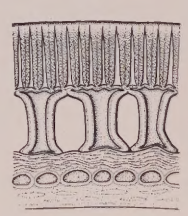


Abb. 230. Querschnitt durch die Samenschale der Sojabohne. Vergr. 200fach.

Die Form der Sojabohne (Abb. 229) ist bei den Varietäten mit breit zusammengesetzten Hülsen flach-länglich bis länglich-nierenförmig, bei den Spielarten mit Hülsen runden Querschnittes oval bis fast kreisrund. Die Größe der Bohnen schwankt zwischen 5 und 12 mm, die Farbe zwischen weißgelb, rotbraun und schwarzbraun; Sojabohnen der flachen Form sind stets dunkel.

Der anatomische Bau der Sojabohne weist die für die Leguminosensamen charakteristischen Merkmale (vgl. Abschnitt III) auf.

Die Samenschale zeigt in Querschnittsbildern (Abb. 230) eine derbe, etwa 50 μ hohe Palisadenschicht, deren Zellen in ihrem oberen Teil stark verdickte Wände, an der Basis aber ein weites Lumen besitzen. Dementsprechend ist bei Flächenschnitten (Abb. 231) das Bild je nach der Einstellung verschieden. Bei dunkelfarbigen Sojabohnen ist das Lumen der Palisadenzellen der Sitz des dunklen Farbstoffes. — An die Palisadenzellen schließt sich eine sehr charakteristische Schicht sanduhrförmiger Trägerzellen, deren Höhe mit derjenigen der Palisadenzellen

annähernd übereinstimmt, wobei allerdings zwischen den verschiedenen Teilen des Samens Unterschiede der Größenverhältnisse vorzukommen pflegen. Auf Flächenschnitten (Abb. 231) treten die mittleren Teile der Trägerzellen als derbe konzentrische Kreise oder Ovale hervor.

An die Trägerzellen schließen sich einige Schichten stark kollabierter Zellen. Die inneren Schichten der Samenschale gehören entwicklungsgeschichtlich nicht dieser an, sondern sind die Überreste des Nucellargewebes und des Endosperms. Deutlich erkennbar ist nur die als Aleuronschicht ausgebildete Nucellarschicht, deren Zellen sich in der Flächenansicht (Abb. 231) getüpfelt zeigen.

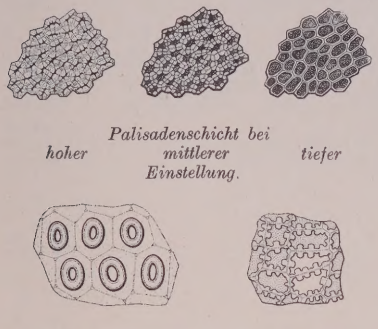


Abb. 231. Samenschale der Sojabohne in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

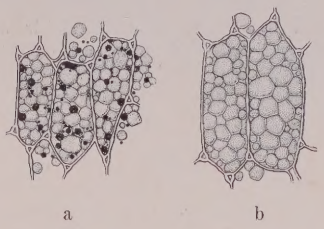


Abb. 232. Kotyledonarzellen einer stärkeführenden (a) und einer stärkefreien (b) Sojabohne (Jodpräparate). Vergr. 200fach.

Die das Innere des Samens ausfüllenden Kotyledonen bestehen aus verhältnismäßig großen, mehr oder minder gestreckten und undeutlich getüpfelten Zellen, die vor allem große, zum Teil über 20 μ messende Aleuronkörner enthalten (Abb. 232). Stärkekörner kommen bei vielen Sojabohnen regelmäßig vor, allerdings ist der Stärkegehalt stets nur gering, und die vorhandenen Stärkekörner sind bei kugeliger Gestalt verhältnismäßig klein, oft fast punktförmig. — Die Oberhaut der Kotyledonen wird aus ungleich kleineren Zellen gebildet, die auf der gewölbten Seite des Keimblattes annähernd gleichartig sind, auf der flachen Seite Anfangsstadien von Spaltöffnungen in charakteristischer Gruppierung erkennen lassen (Abb. 233).

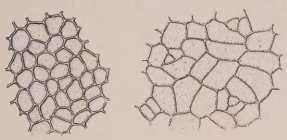


Abb. 233. Epidermiszellen der Kotyledonen der Sojabohne, links von der gewölbten, äußeren, rechts von der flachen, inneren Seite. Vergr. 200fach.

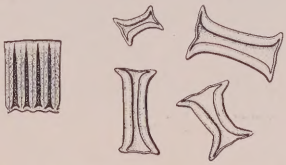


Abb. 234. Palisaden- und Trägerzellen der Sojabohnensamenschale im Extraktionsschrot. Vergr. 200fach.

Extraktionsschrot von Sojabohnen ist vor allem an den Palisadenzellen und den überwiegend hohen, charakteristischen Trägerzellen (Abb. 234) sicher zu erkennen; auch können die Gewebe der Kotyledonen zur Feststellung herangezogen werden.

Erdnuß.

Die unterirdisch reifenden Früchte der zu den Leguminosen gehörenden, aus Südamerika stammenden Erdnuß (*Arachis hypogaea* L.) stellen eine überaus wichtige tropische Ölfrucht dar. Die hülsenartigen Früchte (Abb. 235) sind hellgelb bis bräunlich und enthalten meist zwei, seltener einen oder mehr als zwei ölhaltige

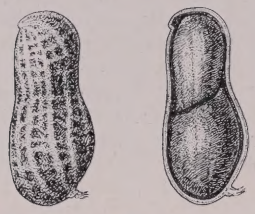


Abb. 235. Frucht der Erdnuß (*Arachis hypogaea* L.), links geschlossen, rechts geöffnet, die Samen zeigend. Nat. Gr.

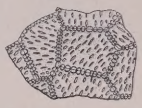


Abb. 236. Subepidermale Steinzellen der Fruchtwand der Erdnuß. Vergr. 200fach.

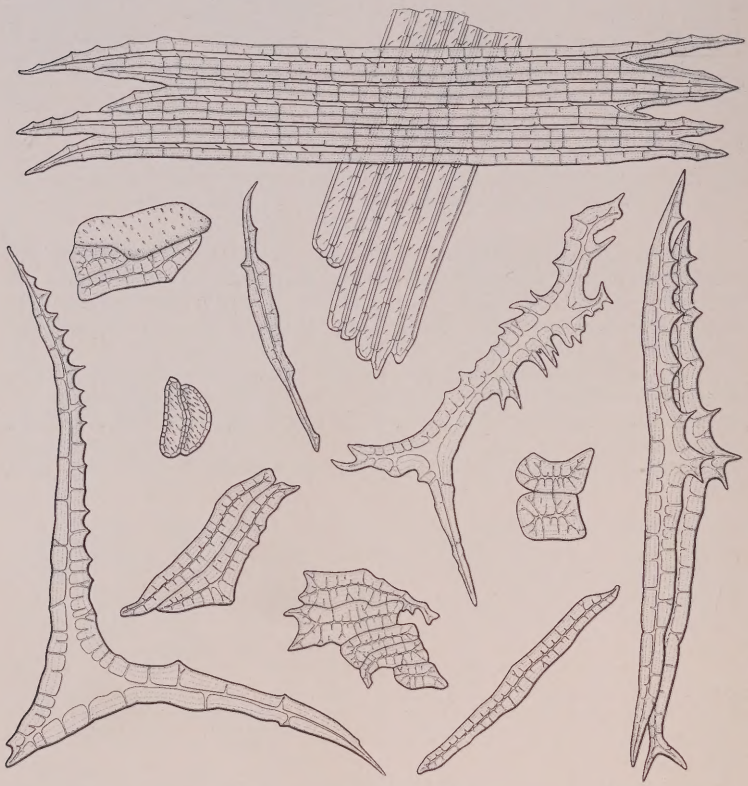


Abb. 237. Steinzellen und Faserzellen aus der Fruchtwand der Erdnuß (Mazerationspräparat). Vergr. 200fach.

Samen, die von einer rotbraunen Samenschale bedeckt sind. Die gerösteten Samen werden auch genossen und finden als Mandelersatz Verwendung.

Bau der Fruchtwand. Der anatomische Bau wird am besten an mazeriertem Material untersucht. Die direkt unter der äußeren Epidermis liegende Steinzellenschicht (Abb. 236) besteht aus isodiametrischen, deutlich getüpfelten Steinzellen. Besonders typisch sind die weiter innen liegenden Schichten (Abb. 237). Neben derben isodiametrischen bis leicht gestreckten Steinzellen kommen vor allem lange, stark verdickte Faserzellen vor, die sich schräg mit einer zweiten, meist weniger stark verdickten und ebenfalls durch Tüpfel ausgezeichneten Faserschicht kreuzen; ferner pflegen Faserzellen mit merkwürdiger, sägezahnartiger Form, unter ihnen auch verzweigte und gegabelte Zellen aufzutreten.

Bau der Samenschale. In wohlgelungenen, aber nicht ganz einfach herzustellenden Querschnitten (Abb. 238) sind folgende Schichten zu unterscheiden:

1. Die äußere Epidermis mit nach außen dreieckig verdickten radialen Wänden und braunrotem Zellinhalt; sie entspricht der Palisadenschicht der sonstigen Leguminosensamen;

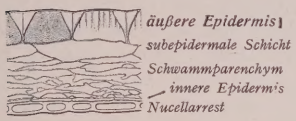


Abb. 238. Querschnitt durch die Samenschale der Erdnuß. Vergr. 200fach.

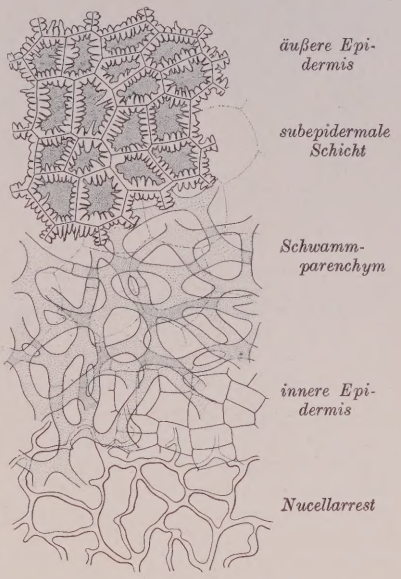


Abb. 239. Samenschale des Erdnußsamens im Flächenschnitt. Vergr. 200fach.

2. eine subepidermale, der Trägerzellenschicht der sonstigen Leguminosensamen entsprechende Schicht dünnwandiger parenchymatischer Zellen;

3. ein vielschichtiges Schwammparenchym;

4. die dünnwandige innere Epidermis.

Der Samenschale ist ein einschichtiger Nucellarrest angewachsen.

Die leichter anzufertigenden Flächenschnitte (Abb. 239) zeigen von außen nach innen:

1. Epidermiszellen mit sägeartigen Verdickungen und rotbraunem Inhalt, der sich in Chloralhydrat leicht löst;

2. eine schwer erkennbare subepidermale Schicht aus dünnwandigen, lückenlos gefügten parenchymatischen Zellen;

3. ein vielschichtiges Schwammparenchym, dessen innere Lagen einen hellgelblichen Farbstoff führen;

4. die aus isodiametrischen, dünnwandigen Zellen gebildete innere Epidermis;

5. den Nucellarrest mit eigenartig wellig konturierten, verhältnismäßig derbwandigen Zellen.

Bau des Samens. Der Same besteht in der Hauptsache aus den fleischigen Keimblättern. Die mit Äther extrahierten Schnitte werden zweckmäßig in Jodlösung, Wasser und Chloralhydrat untersucht.

Die Zellen der Keimblätter (Abb. 240) sind annähernd isodiametrisch und haben, abgesehen von der Epidermis, ziemlich derbe, grob getüpfelte Membranen mit reichlichen Intercellularen.

Der Inhalt der Zellen besteht nach Entfernung des Öles nur noch aus Aleuron- und Stärkekörnern (Abb. 241). Die einfachen, rundlichen Stärkekörner (Abb. 242) weisen eine schwache Schichtung und feine Kernspalten auf. Ihre Größe schwankt zwischen 5 und 15 μ.

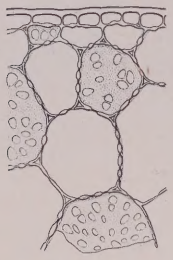


Abb. 240. Querschnitt durch den Rand eines Keimblattes der Erdnuß. Vergr. 200fach.

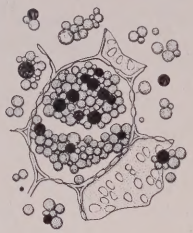


Abb. 241. Keimblattfragment der Erdnuß mit Stärke- und Aleuronkörnern (Jodpräparat). Vergr. 200fach.

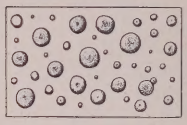


Abb. 242. Stärkekörner der Erdnuß. Vergr. 200fach.

Mikroskopische Untersuchung der Preßrückstände.

Die Preßrückstände bestehen zum weitaus überwiegenden Teil aus den Gewebetrümmern der Keimblätter, deren deutlich getüpfelte Zellen gleichzeitig Aleuron- und Stärkekörner führen. Da beide kugelig und annähernd gleich groß sind, erfolgt die Untersuchung zweckmäßig in Jodpräparaten, die ein sehr charakteristisches Bild geben (Abb. 241). Außerdem finden sich in allen Preßrückständen, auch in denjenigen aus geschälten Samen, Reste der Samenschale, die an den sägeartig verdickten Epidermiszellen, dem darunter liegenden Schwammparenchym und den Nucellarrestzellen mit wellig konturierten Wänden ohne weiteres zu erkennen sind. Meist genügt schon der Nachweis der Epidermiszellen.

Elemente der Fruchtschale kommen in den meisten Preßrückständen vor; außerdem werden gemahlene Fruchtschalen oft Futtermehlen zugesetzt und finden hie und da auch zur Verfälschung von Gewürzen Verwendung.

Kompositenfrüchte.

Sonnenblume.

Die Früchte der im wärmeren Amerika heimischen Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.) sind Nüßchen, die nach unten zugespitzt, am oberen Ende gerundet sind und in der Längsrichtung verlaufende Rippen zeigen (Abb. 243). Der von der derben Fruchtwand eingeschlossene Same enthält neben eiweißartigen Stoffen reichlich fettes Öl.

Querschnitte durch die Fruchtwand (Abb. 244) zeigen außen die in großen Abständen mit Zwillingshaaren versehene Epidermis, ein dar-

unter liegendes, als mehrschichtiges Korkgewebe ausgebildetes Hypoderm, eine stark entwickelte Schicht aus derben Sklerenchymfaserbündeln, die durch gelbliche, radial verlaufende Zellreihen voneinander getrennt sind. Die inneren Schichten der Fruchtwand bestehen aus dünnwandigen parenchymatischen Zellen. Zwischen Hypoderm und Faserschicht ist bei grauen und schwarzen Sonnenblumenvarietäten eine schwarze Phytomelanschicht ausgebildet.

Abb. 243. Früchte (oben) und Samen (unten) der Sonnenblume. Nat. Gr.

In Flächenschnitten (Abb. 245) erscheinen die Epidermiszellen der Fruchtwand langgestreckt, schwach verdickt und fein getüpfelt; die charakteristischen Zwillingshaare gehen aus fast rundlichen Zellen hervor. Die unter der Epidermis liegenden, nur wenig gestreckten Hypodermzellen fallen durch besonders enge Tüpfelung auf. Die Faserzellen sind derbwandig und meist deutlich zugespitzt (Abb. 246). Eine etwa vorhandene Phytomelanschicht zeigt sich als dunkles, strangartiges Netzgewebe.

Der von der Fruchtwand eingeschlossene Same hat eine zarte, aus drei Schichten bestehende Samenschale. Die innere und äußere Schicht sind parenchymatisch; die Mittelschicht besteht aus Schwammparenchym. Die Samenschale ist mit dem meist einschichtigen Endosperm verwachsen, dessen isodiametrische Zellen gleichmäßig schwach verdickt und als Aleuronzellen ausgebildet sind (Abb. 247).

Das Innere des Samens wird in der Hauptsache von den Keimblättern gebildet, die auf Querschnitten ein mehrreihiges Palisadenparenchym erkennen lassen (Abb. 248). Alle Zellen enthalten neben Öl reichlich große Aleuronkörner mit Globoiden und Eiweißkristallen.

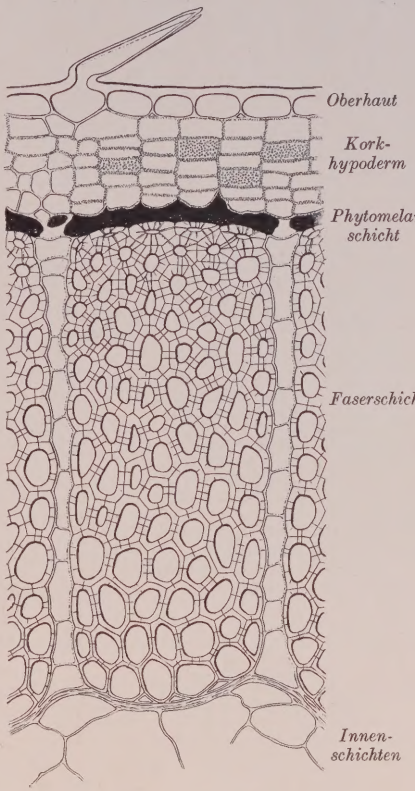


Abb. 244. Querschnitt durch die Fruchtwand der Sonnenblume. Vergr. 200fach.

Die Untersuchung der Preßrückstände der Sonnenblumenfrüchte ist erschwert, wenn sie aus geschälten Früchten hergestellt sind. Meist enthalten sie jedoch, ebenso wie das häufig vorkommende Extraktionsschrot, reichlich die charakteristischen Bestandteile der Fruchtschalen. Daneben geben die Zellen des als Aleuronschicht ausgebildeten Endosperms mit den anhaftenden Parenchymresten der Samenschale und das Palisadenparenchym der Keimblätter gewisse Anhaltspunkte.

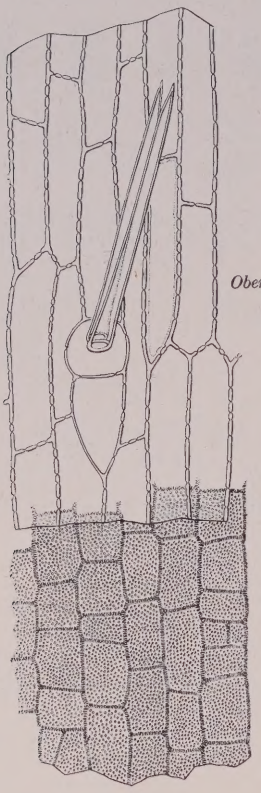


Abb. 245. Oberhaut und Korkhypoderm der Fruchtwand der Sonnenblume in Flächenansicht.
Vergr. 200fach.

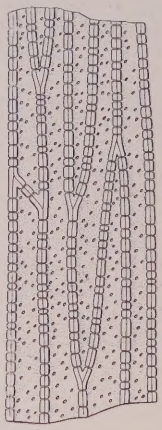


Abb. 246. Faserzellen der mittleren Fruchtschalenschichten der Sonnenblume (Längsschnitt).
Vergr. 200fach.

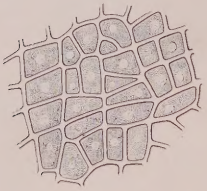


Abb. 247. Endospermschicht des Sonnenblumensamens in Flächenansicht.
Vergr. 200fach.

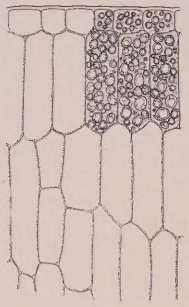


Abb. 248. Querschnitt durch das Keimblatt des Sonnenblumensamens.
Vergr. 200fach.

Saflorkerne.

Die Früchte der Saflorpflanze, *Carthamus tinctorius* L., enthalten einen sehr ölreichen Samen und werden deshalb in vielen wärmeren Ländern zur Ölgewinnung benutzt; ihre Preßrückstände kommen als „indische Sonnenblumenkuchen" in den Handel.

Die länglichen, nach unten schief keilförmig zugestutzten und am oberen Ende eiförmig gerundeten Früchte haben eine gewisse Ähnlichkeit mit Sonnenblumenfrüchten (Abb. 249).

Der Bau der Frucht- und der anliegenden Samenschale ist recht kompliziert. Querschnitte (Abb. 250) zeigen von außen nach innen:

Abb. 249. Saflorfrüchte. Nat. Gr.

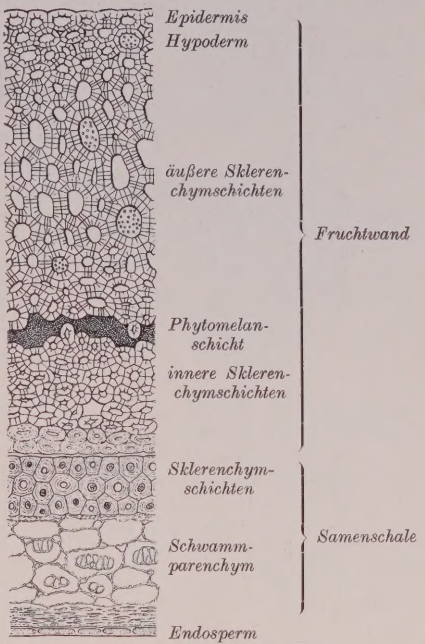


Abb. 250. Querschnitt durch Fruchtwand und Samenschale der Saflorfrucht. Vergr. 200fach.

Fruchtwand { die Epidermis aus kleinen, vor allem auf der Außenseite verdickten Zellen, ein intercellularenreiches Hypoderm aus kleinen sklerenchymatischen Zellen, ein äußeres, derbwandiges, stark getüpfeltes Sklerenchym, eine Phytomelanschicht, ein inneres, ebenfalls derbwandiges und stark getüpfeltes Sklerenchym.

Samenschale { eine mehrreihige äußere Schicht aus Sklerenchymzellen, ein inneres Schwammparenchym aus fein getüpfelten Zellen mit Tüpfelfeldern.

Den kollabierten Innenschichten der Samenschale ist ein einreihiges Endosperm aus flachen, aleuronhaltigen Zellen angewachsen.

In Abb. 251 sind Flächenschnitte durch die vorstehend erwähnten Schichten der Fruchtwand, in Abb. 252 solche der Samenschale wiedergegeben. Die Epidermis der Fruchtwand wird in Flächenansichten von kleinen, stark getüpfelten Zellen gebildet; Haarbildungen fehlen im Gegensatz zur Oberhaut der Sonnenblumenfrüchte. Die Hypodermzellen sind gewellt, kleiner als die tiefer liegenden Sklerenchymzellen und weisen im Gegensatz zu diesen Intercellularen auf. Die Phytomelanschicht erscheint auf Flächenschnitten als ein langgestrecktes Netz von braunen

Strängen, deren Form durch die anstoßenden Sklerenchymzellen bestimmt wird. Die sklerenchymatischen inneren Schichten haben lückenlos aneinanderstoßende, größere Zellen mit derben, schwach gewellten Membranen und deutlicher Tüpfelung.

Flächenschnitte durch die der Fruchtwand eng anliegende Samenschale (Abb. 252) lassen mehrfache äußere Schichten von gestreckten und undeutlich getüpfelten Sklerenchymzellen erkennen. Die darunterliegenden Zellen des Schwammparenchyms sind annähernd isodiametrisch, fein getüpfelt und reich an kleinen Intercellularen; besonders auffallend sind die regelmäßig anzutreffenden Tüpfelfelder. An diese Zellschichten schließen sich die zartwandigen, parenchymatischen Aleuronzellen des Endosperms mit feinkörnigem Inhalt.

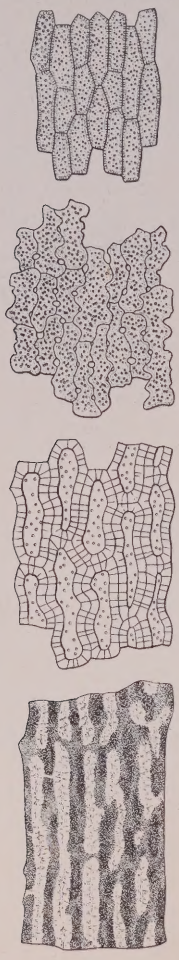


Abb. 251. Elemente der Saflorfruchtwand in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

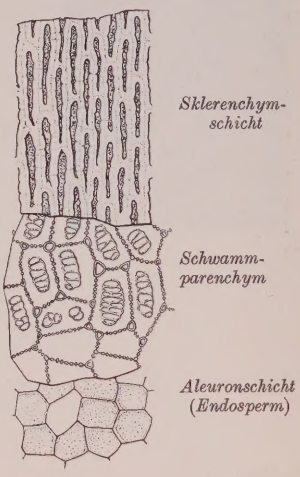


Abb. 252. Samenschale des Saflorkernes und anliegende Aleuronschicht (Flächenschnitt). Vergr. 200fach.

Die Gewebe des Keimlings bestehen aus kleinen, sehr dünnwandigen Zellen, die Aleuronkörner und fettes Öl enthalten.

Preßrückstände der Saflorkerne sind an den Resten der Fruchtwand und Samenschale zu erkennen; alle Elemente der Saflorfruchtwand sind deutlich von den entsprechenden Schichten der Sonnenblume oder den im folgenden behandelten Nigersamen zu unterscheiden. Bei Salzsäurebehandlung färben sich die Gewebe des Keimlings im Gegensatz zu denen der Sonnenblume grünlich.

Nigersaat.

Als Nigersaat werden die nüßchenartigen Früchtchen von *Guizotia abyssinica* (L.) Cass. (= *G. oleifera* DC.), einer in Ostafrika und Indien als Ölpflanze viel angebauten Komposite, bezeichnet. Die Rückstände der Ölpressung liefern als Nigerkuchen ein wertvolles Futtermittel.

Die Früchtchen (Abb. 253) sind schmal, etwa 5 mm lang, drei- bis vierkantig und von schwarzer Farbe.

Querschnitte (Abb. 254) zeigen von außen nach innen: Fruchtwand, Samenschale, Endospermrest, Keimling.

Abb. 253. Nigersaat. Vergr. 2fach.

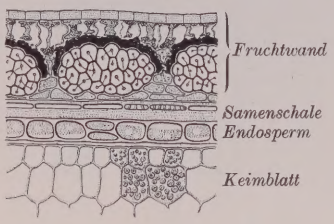


Abb. 254. Querschnitt durch den Randteil des Nigersamens. Vergr. 200fach.

Bau der Fruchtwand und Samenschale in Querschnittsbildern:

Fruchtwand:
- Epidermis aus nach außen stark verdickten Zellen;
- Hypoderm aus dünnwandigen Zellen mit stark geschrumpftem, daher meist I-förmig erscheinendem, braunen Inhalt, der deutlich hervortritt, während die Zellwände nur schwer erkennbar sind;
- derbe, nach außen von einer Phytomelanschicht bedeckte Faserbündel aus stark verdickten Zellen;
- innere kollabierte Zellen;

Samenschale:
- äußere Epidermis aus flachen, mäßig verdickten Zellen mit gelblichen Wänden;
- innere kollabierte Zellen;

Der Samenschale ist ein einreihiges Endosperm als farblose Aleuronschicht angewachsen.

Flächenschnitte zeigen die Teile der Fruchtwand und Samenschale in folgender Weise:

Fruchtwand (Abb. 255):
- Epidermis aus langgestreckten, dünnwandig erscheinenden Zellen;
- Hypoderm aus kollabierten Zellen mit längeren oder kürzeren, reihenförmig angeordneten, braunen Stücken des geschrumpften Zellinhaltes;
- langgestreckte Faserzellen mit darüber liegenden Phytomelanstreifen;

Samenschale (Abb. 256):
- die äußere Epidermis aus wellig gebuchteten Zellen mit getüpfelten Wänden und feiner, strahlenförmiger Leistenbildung auf den Flachseiten.

Das der Samenschale angewachsene Endosperm besteht in der Flächenansicht aus polyedrischen, schwach verdickten Zellen mit Aleuronkörnern und fettem Öl.

Die Keimblätter des von der Samenschale eingeschlossenen Embryos bestehen aus dünnwandigen kleinen Zellen mit Öl und Aleuronkörnern; auf der Innenseite der Kotyledonen ist ein mehrschichtiges Palisadenparenchym entwickelt, dessen schmale Zellen eine Höhe bis zu 70 μ besitzen.

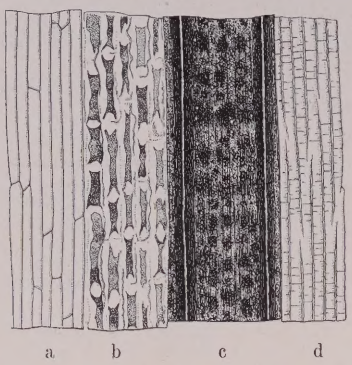


Abb. 255. Fruchtwandelemente des Nigersamens in Flächenansicht. a Epidermis, b Hypoderm, c Phytomelanschicht, d Faserbündel. Vergr. 200fach.

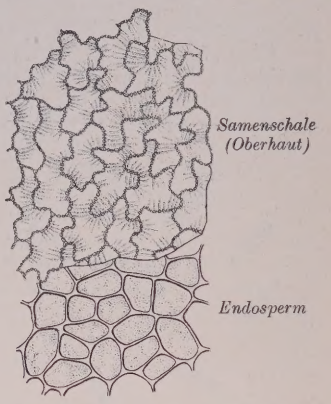


Abb. 256. Samenschale und Endosperm des Nigersamens in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Nigerkuchen sind an den im Vergleich zu Sonnenblumen- und Saflorbestandteilen kleinzelligen oder abweichend gebauten Elementen der Fruchtwand und Samenschale ohne weiteres zu erkennen. Besonders charakteristisch sind:

das mit reihenförmig angeordneten, braunen, geschrumpften Inhaltsmassen versehene Hypoderm mit der darüberliegenden Epidermis aus langgestreckten und ungetüpfelten Zellen,

die Faserbündel mit der anhaftenden Phytomelanschicht,

die Epidermisschicht der Samenschale mit wellig gebuchteten Zellen und strahlenförmiger Tüpfelleistenbildung der Flachseiten.

Baumwollsamen.

Baumwollsamen werden von verschiedenen Arten der Gattung *Gossypium* (Fam. Malvaceae) gewonnen, die zum Teil in Asien, zum Teil in Amerika beheimatet sind und daher meist als indische und amerikanische Baumwollsorten unterschieden werden. Die wichtigsten Arten sind *Gossypium herbaceum* L. aus Indien, *Gossypium hirsutum* L. und *Gossypium barbadense* L. aus Mittelamerika.

Die mit langen Haaren bedeckten Samen liefern nicht nur Baumwolle, sondern gleichzeitig auch fettes Öl, das nach Entfernen der Samenhaare, in einigen Ländern auch erst nach anschließender Schälung der Samen gewonnen wird.

Bau des Samens. Nach Gewinnung der langen Baumwollhaare sind die Baumwollsamen entweder noch allseitig mit kurzen Grundhaaren bedeckt oder aber glatt und zeigen dann nur noch Barthaare (Abb. 257).

Die von den Haaren gänzlich befreiten Samen sind etwa 10 mm lang, leicht kantig, zugespitzt und meist von tief dunkelbrauner Farbe. Die stark entwickelte Samenschale umschließt einen großen Embryo, der haupt-

sächlich aus den vielfach gefalteten Keimblättern besteht. Zwischen Embryo und Samenschale befinden sich der Nucellarrest und ein dünnes Endosperm.

Die Samenschale läßt in Querschnitten (Abb. 258) folgende Schichten erkennen:

1. Die Oberhaut aus palisadenartig angeordneten, derbwandigen Zellen mit dunkelbraunem Inhalt. Aus dieser Schicht entspringen die Baumwollhaare, die sich durch ihre starke Drehung leicht von anderen pflanzlichen Fasern unterscheiden lassen (Abb. 259).

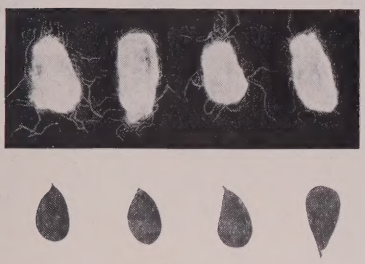


Abb. 257. Baumwollsamen. Obere Reihe mit Grundhaaren, untere Reihe ohne Haare. Nat. Gr.

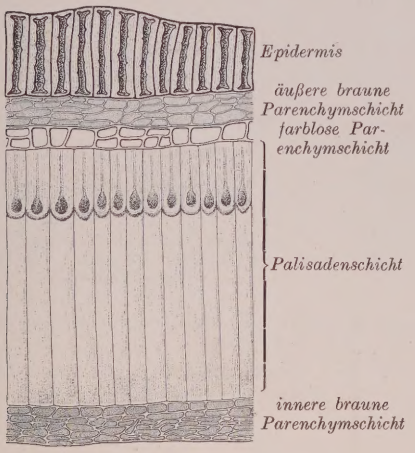


Abb. 258. Querschnitt durch die Samenschale des Baumwollsamens. Vergr. 200fach.

Abb. 259. Baumwollhaare. Vergr. 200fach.

2. die äußere braune Parenchymschicht aus 3—5 Lagen dünnwandiger parenchymatischer Zellen mit gleichmäßig braunem Inhalt.
3. eine 1—2zellige farblose Parenchymschicht mit verhältnismäßig derben Zellwänden; Zellinhalt ist meist nicht vorhanden.
4. die besonders charakteristische innere Palisadenschicht, deren Dicke meist mehr als die halbe Schalendicke beträgt. Sie besteht aus einer einzigen Lage langgestreckter Zellen, welche in ihrem

oberen Drittel braunen, tropfenförmigen Inhalt und eine eigenartige Schichtung der Membran aufweisen. Dadurch wird der Eindruck erweckt, als ob die Palisadenschicht aus 2 Zelllagen besteht.

5. die innere braune Parenchymschicht aus kleinen Zellen mit braunem Inhalt.

Flächenansichten der äußeren Schichten sind in Abb. 260 wiedergegeben. Besonders charakteristisch ist die strahlenförmige Anordnung der derbwandigen Epidermiszellen um kleinere Zellen, aus denen die Haare entspringen. Unterhalb der Epidermis kommen braune parenchymatische Zellen zum Vorschein, darunter die Zellen der farblosen Parenchymschicht, deren Wände auch in der Flächenansicht deutlich hervortreten.

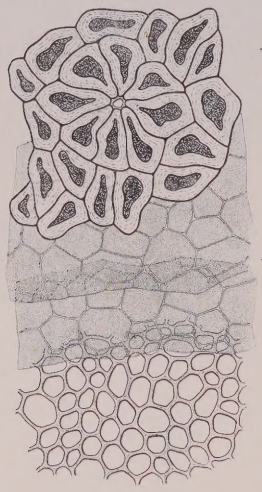


Abb. 260. Flächenansicht der äußeren Schichten der Baumwollsamenschale. Vergr. 200fach.

Nucellarrest und Endosperm sind beide einreihig und mit der Außenfläche der Kotyledonen verwachsen. Die Zellen des Nucellarrestes haben radiale Wände mit zackenartigen Leisten, die Zellen des Endosperms sind flach und glattwandig (Abb. 261 u. 262).

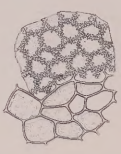


Abb. 261. Flächenansicht des Nucellarrestes und Endosperms des Baumwollsamens. Vergr. 200fach.

Der Embryo besteht, wie schon erwähnt, in der Hauptsache aus den stark gefalteten Keimblättern (Abb. 262), die auf ihrer Innenseite ein Palisadenparenchym erkennen lassen. Sie weisen außerdem Kristalldrusen und rundliche Sekretbehälter mit schwärzlichem, in konzentrierter Schwefelsäure sich mit roter Farbe lösenden Inhalt auf. Die übrigen Zellen der Keimblätter enthalten neben Aleuronkörnern reichlich fettes Öl.

Untersuchung des Baumwollsaatmehles. Für die mikroskopische Erkennung der gemahlenen Preßrückstände von Baumwollsamen sind die einzelnen Bestandteile der Samenschale, der Nucellarrest und die Sekretbehälter der Kotyledonen besonders wichtig. Die Epidermiszellen der Samenschale zeigen sich meist in Flächenansicht (Abb. 260); Haarfragmente sowie die Ansatzstellen der Haare sind ebenfalls oft anzutreffen. Auch sind die charakteristischen Zellen der inneren Palisadenschicht leicht aufzufinden.

Schwieriger gestaltet sich die Erkennung, wenn es sich um Preßrückstände aus geschälten Samen handelt; hier ist besonders auf die gezackten

Zellwände des Nucellarrestes mit dem darunter liegenden Endosperm (Abb. 261) und auf die Sekretzellen der Kotyledonen (Abb. 262) zu achten.

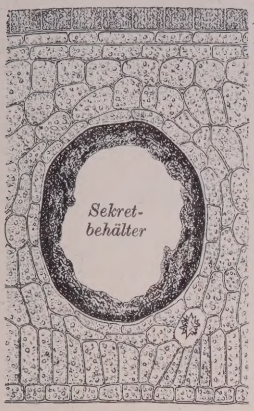


Abb. 262. Querschnitt durch ein Keimblatt des Baumwollsamens mit anhaftendem Nucellarrest und Endosperm. Vergr. 200fach.

Kapoksamen.

Als Kapok oder Pflanzendunen werden die inneren Fruchthaare einer baumartigen Bombacee, *Ceiba pentandra* (L.) GAERTN. (= *Eriodendron anfractuosum* DC. = *Bombax pentandrum* L.) bezeichnet, deren Heimat das tropische Südamerika ist. Die großen Kapselfrüchte enthalten außer den schon erwähnten Wollhaaren zahlreiche glatte Samen von Erbsengröße (Abb. 263), die mandelartig schmecken, ölhaltig sind und daher zur Oelpressung Verwendung finden.

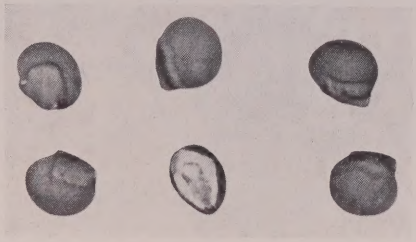


Abb. 263. Kapoksamen. Vergr. 2fach.

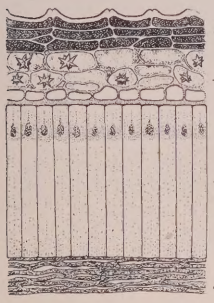


Abb. 264. Querschnitt durch die Samenschale von Kapok. Vergr. 200fach.

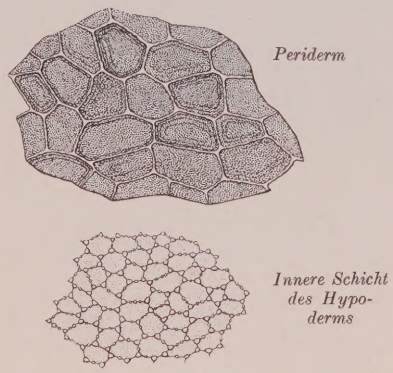


Abb. 265. Außenschichten und innere Hypodermschicht des Kapoksamens in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die Familie der Bombaceen ist mit der Familie der Malvaceen, zu welcher die Baumwolle gehört, nahe verwandt; hierdurch erklären sich gewisse Ähnlichkeiten der anatomischen Bauverhältnisse von Kapok- und Baumwollsamen.

Die Samenschale (Abb. 264) zeigt als Hauptunterschied zwischen Kapok- und Baumwollsamen ein verschieden ausgebildetes Oberhautgewebe,

das bei der Baumwolle aus einer einfachen derbwandigen Epidermis mit daraus entspringenden Haaren, bei den Kapoksamen aus einem mehrschichtigen, dünnwandigen Periderm mit braunem Zellinhalt gebildet wird. Haarbildungen fehlen völlig (Abb. 265). Das unter dem Oberhautgewebe liegende Hypoderm besteht aus parenchymatischen Zellen mit Kristalldrusen; die innere, den Palisadenzellen anliegende Schicht ist kleinzelliger, gelblich gefärbt und weist kollenchymatische Wandverdickungen auf.

Der Hauptteil der Samenschale wird ebenso wie bei der Baumwolle aus einer derben Schicht von Palisadenzellen gebildet, die auch eine ähnliche innere Differenzierung zeigen; die Höhe der Palisadenzellen beträgt etwa 100 μ, ist also wesentlich geringer als bei der Baumwolle.

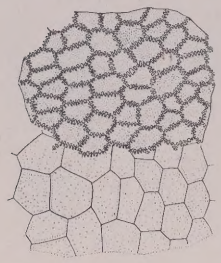


Abb. 266. Nucellarrest und Endosperm des Kapoksamens in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

An die Palisadenschicht schließt sich eine mehrfache Schicht aus stark zusammengedrückten, braunwandigen Zellen.

Nucellarrest und Endosperm sind wie bei der Baumwolle dem Keimling als dünnes Häutchen angewachsen. Der Nucellarrest (Abb. 266) besteht aus kleinen, eigenartig getüpfelten Zellen; das Endosperm ist einschichtig, parenchymatisch und sehr dünnwandig.

Der Keimling hat wie bei der Baumwolle vielfach gefaltete Kotyledonen aus dünnwandigen, parenchymatischen Zellen, die Öl und Aleuron führen; die für die Keimblätter des Baumwollsamens charakteristischen Sekretbehälter fehlen jedoch völlig.

Kapok-Preßkuchen sind von Baumwollpreßkuchen vor allem durch das dünnwandige und von Samenhaaren freie Periderm der Samenschale, die entweder kristallführenden oder kollenchymatisch verdickten Hypodermzellen, die geringere Höhe der Palisadenschicht, sowie durch das Fehlen der Sekreträume in den Keimblättern eindeutig zu unterscheiden.

Olive.

Die meist 2—3 cm lange Steinfrucht des im östlichen Mittelmeergebiet heimischen, jetzt überall in wärmeren Ländern kultivierten Ölbaumes, *Olea europaea* L. (Fam. Oleaceae), ist eine wichtige Ölfrucht, deren Preßrückstände zum Teil als Tierfutter, häufig aber auch zur Verfälschung von Gewürzen dienen. Die Farbe der Früchte ist in reifem Zustand meist purpurn- bis blauschwarz. Das dunkle, überaus ölreiche Fruchtfleisch hüllt ein derbes, steinschalenartiges Endokarp ein, das seinerseits den verhältnismäßig kleinen, ebenfalls ölreichen Samen umschließt.

Grüne, unreife, in Kochsalzlösung eingelegte Früchte werden vor allem in wärmeren Ländern vielfach als obstartige Beispeise genossen und sind auch bei uns käuflich zu haben. Derartige Früchte geben nach mehrtägiger Härtung in Alkohol ein gutes Material zur Herstellung mikroskopischer Präparate; wegen des hohen Ölgehaltes müssen die angefertigten Schnitte durch Ätherbehandlung entfettet werden.

Bau der Fruchtschale. Die Oberhaut des Fruchtfleisches (Exokarp) wird von derbwandigen, polyedrischen Zellen mit körnigem, in reifen

Früchten dunklem Inhalt gebildet (Abb. 267); das darunter liegende Fruchtfleisch (Mesokarp) besteht zur Hauptsache aus dünnwandigen, parenchymatischen Zellen, die ebenso wie die Oberhaut dunklen, körnigen Inhalt und vor allem außerordentlich große Mengen Öl aufweisen. Zwischen diesen parenchymatischen Zellen befinden sich in bedeutender Anzahl sehr stark verdickte eigenartige Steinzellen (Abb. 268); sie lassen sich am besten als tonnenförmige Zellen mit geweihartigen Auswüchsen charakterisieren. Sie sind farblos oder leicht gelblich gefärbt, verholzt und weisen deutliche Schichtung und Tüpfelung auf. In nicht entölten Präparaten werden sie übrigens leicht übersehen.

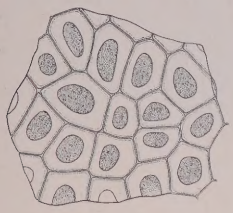


Abb. 267. Oberhautzellen (Exokarp) der Fruchtwand der Olive. Verg. 200fach.

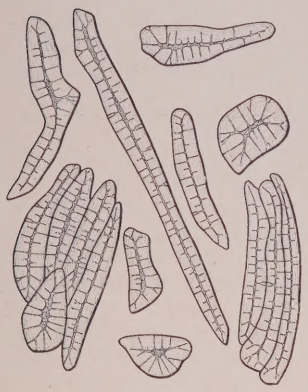


Abb. 269. Steinzellen aus dem Endokarp der Olive. Vergr. 200fach.

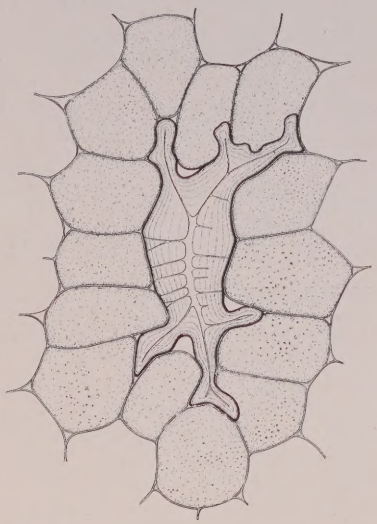


Abb. 268. Geweihsteinzellen und parenchymatische Grundgewebezellen aus dem Fruchtfleisch (Mesokarp) der Olive. Vergr. 200fach.

Die Steinschale (Endokarp) besteht aus meist gestreckten, spindelförmigen, farblosen Steinzellen, die ebenfalls außerordentlich stark verdickt und deutlich getüpfelt sind (Abb. 269); daneben kommen auch isodiametrische, rundlich-eckige oder polyedrische Steinzellen und in der Nähe der zarten, durch Spiralgefäße ausgezeichneten Leitbündel ganz schlanke, lange Faserzellen vor (Abb. 270).

Bau des Samens. Der im Innern des Endokarps befindliche Same besteht zur Hauptsache aus kleinzelligem, dünnwandigem, parenchymatischem Gewebe, dessen Zellen Aleuronkörner und reichlich Öl führen und, abgesehen von den hier anzutreffenden Oxalatkristallen, vor allem Raphiden, nichts Besonderes bieten. Bemerkenswert ist dagegen die äußerste Schicht der zarten Samenschale, die durch außerordentlich große, mit unregelmäßig verdickten Membranen versehene Zellen ausgezeichnet ist (Abb. 271).

Untersuchung der Preßrückstände. Das mikroskopische Bild der Preßrückstände der Olive ist verschieden, je nachdem es sich um die sog. Oliventrester, die aus Exokarp und Mesokarp der Fruchtwand bestehen, oder aber um Olivenkernmehl handelt, welches das Endokarp der Fruchtwand und das Samengewebe enthält.

Die Oliventrester, die auch als Olivenkuchen bezeichnet werden, sind durch die Epidermiszellen (Abb. 267) und vor allem durch das mit den eigenartigen Geweihsteinzellen durchsetzte Fruchtfleisch (Abb. 268) wohl charakterisiert. Einen weiteren Hinweis gibt das Verhalten des in den Epidermis- und Grundgewebezellen enthaltenen, in Wasser violett scheinenden Farbstoffes, der sich bei Behandlung mit Schwefelsäure rot verfärbt. Unreife Oliven entbehren dieses Farbstoffes.

Abb. 270. Charakteristische Faserzellen aus dem Endokarp der Olive. Vergr. 200fach.

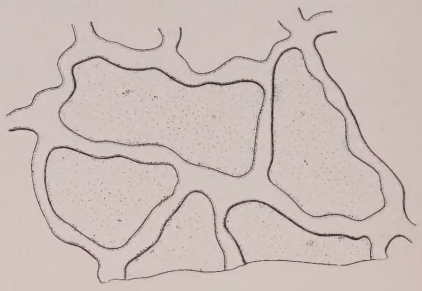


Abb. 271. Äußere Schicht der Samenschale des Olivensamens. Vergr. 200fach.

Olivenkernmehl ist vor allem durch die im obigen beschriebenen Stein- und Faserzellen (Abb. 269 u. 270), meist auch durch Bestandteile der Samenschale (Abb. 271) zur Genüge charakterisiert. Die farblosen Steinzellen zeigen sich im polarisierten Licht bei nicht zu starker Vergrößerung weißleuchtend. Vielfach sind auch noch als Folge eines unvollkommenen Schälprozesses Reste des parenchymatischen Mesokarps mit den typischen gefärbten Zellen und den eigenartigen Geweihsteinzellen anzutreffen.

Euphorbiaceensamen.

Rizinus.

Die Samen von *Ricinus communis* L., einer im tropischen Afrika heimischen, strauchartigen Euphorbiacee, liefern das zu medizinischen und technischen Zwecken viel verwendete Rizinusöl; die Preßrückstände sind durch das in ihnen enthaltene Toxalbumin Rizin stark giftig, soweit dasselbe nicht durch Behandlung mit hohen Temperaturen zerstört ist. Der Nachweis von Rizin in Preßrückständen wird auf toxikologischem Wege geführt, während sich die Anwesenheit von Bestandteilen der Rizinussamen in den Preßrückständen mikroskopisch an den Resten der Samenschale und den verhältnismäßig großen Aleuronkörnern des Endospermgewebes feststellen läßt.

Die Samen selbst (Abb. 272) sind 10—20 mm lang, länglich bis oval und etwas flachgedrückt. Die Samenschale ist bunt gefleckt; am Ende des Samens befindet sich eine Wucherung, die sog. Caruncula.

Querschnitte durch die spröde Samenschale (Abb. 273) lassen 5 Schichten erkennen:

Abb. 272. Rizinus-Samen. Nat. Gr.

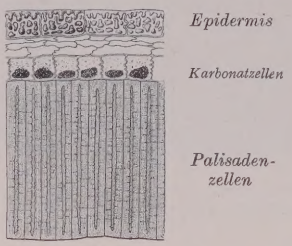


Abb. 273. Querschnitt durch die Samenschale des Rizinus-Samens. Vergr. 200fach.

1. die Epidermis mit eigenartig wulst- und leistenförmig verdickten Zellwänden, die entweder farblos oder dunkel gefärbt sind;
2. stark kollabierte parenchymatische Zellen;
3. kubische Zellen mit gewellten radialen Wänden und dunklen Massen von Kalziumkarbonat;
4. dickwandige Palisadenzellen von bräunlicher Farbe und mit bräunlichem Inhalt;
5. parenchymatische Innenschichten mit Leitbündeln, sonst ohne besondere Merkmale (in Abb. 273 nicht wiedergegeben).

Auf Flächenschnitten fallen neben den kubischen Zellen mit Kalziumkarbonat und der starkwandigen Palisadenschicht besonders die polyedrischen Epidermiszellen mit netz- und leistenförmigen Verdickungen auf. Sie sind an den hellen Stellen der Samenschale farblos, an den gefärbten dunkel (Abb. 274).

Abb. 274. Epidermiszellen der Rizinussamenschale in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

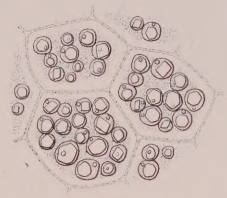


Abb. 275. Endospermzellen des Rizinus-Samens mit Aleuronkörnern. Vergr. 200fach.

Das Innere des Samens besteht in der Hauptsache aus dem Endosperm, dessen parenchymatische Zellen reichlich Aleuronkörner aufweisen (Abb. 275). Um diese sowie die in ihnen enthaltenen Globoide und Kristalloide deutlich zu sehen, empfehlen sich Alkohol- oder Glyzerinpräparate, zu denen man vorsichtig Wasser treten läßt.

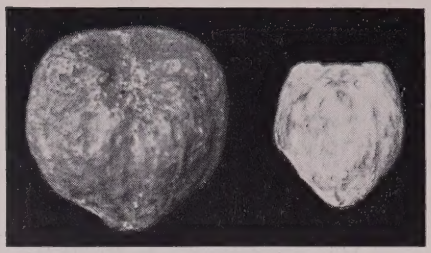


Abb. 276. Samen von *Aleurites triloba* Forst. (Kandelnuß), links mit, rechts ohne Samenschale. Nat. Größe.

Kandelnuß.

Die ölhaltigen Samen von *Aleurites triloba* Forst., einer in den Tropen vielfach angebauten, auf den Südsee-Inseln heimischen, baumartigen Euphorbiacee, werden als Kandelnuß bezeichnet. Die etwa walnußgroßen Samen (Abb. 276) haben eine sehr derbe, mehrere Millimeter starke Samenschale von grob-runzeliger Beschaffenheit und weißlich-grauer Oberfläche. Das Innere des Samens besteht zur Hauptsache aus dem mächtigen Endosperm, demgegenüber der kleine Keimling an Masse zurücktritt.

Querschnitte durch die Samenschale (Abb. 277) lassen als Hauptgewebe eine mehrere Millimeter dicke Schicht aus schmalen und überaus langgestreckten, derbwandigen, hellbraunen Palisaden erkennen. Dieser Palisadenschicht sitzen nach außen kurzgestreckte, farblose, dünnwandige Zellen auf, die so stark mit Kalziumkarbonat gefüllt sind, daß Einzelheiten des Zellbaues erst nach Behandlung der Schnitte mit Salzsäure sichtbar werden. Die inneren Schichten der Samenschale bestehen aus gewellten, dünnwandigen und mit zarten Verdickungsleisten versehenen

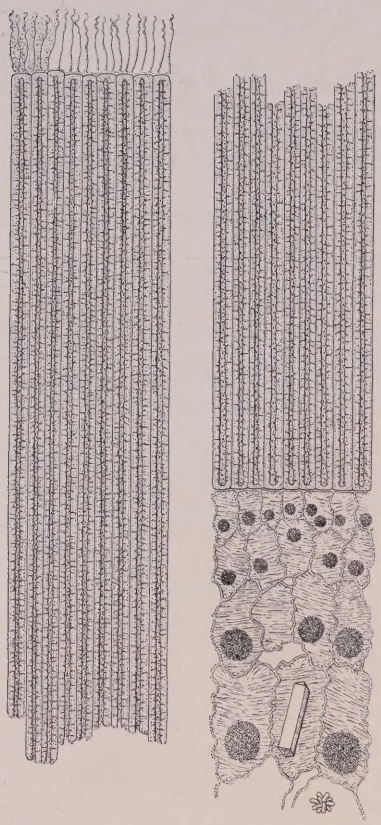


Abb. 277. Querschnitt durch die Samenschale der Kandelnuß. Links äußerer, rechts innerer Teil. Vergr. 200fach.

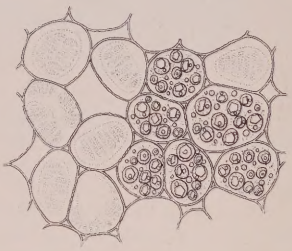


Abb. 278. Endospermgewebe der Kandelnuß. Vergr. 200fach.

Zellen, die reichlich Kalziumoxalatsphärite sowie vereinzelte große Kalziumoxalatkristalle enthalten.

Die Zellen des Endosperms (Abb. 278) sind dünnwandig, zart getüpfelt und besitzen reichlich Interzellularen. Der Inhalt der Zellen besteht aus fettem Öl und ziemlich großen Aleuronkörnern, die denen des Rizinussamens recht ähnlich sind und wie diese große Eiweißkristalle und Globoide führen.

Mowra.

Die Mowra- oder Illipe-Samen, auch als Illipe- oder Mowra-Nüsse bezeichnet, stammen von *Illipe latifolia* ENGL., einer tropischen Sapotacee. Die Samen (Abb. 279) sind mehrere Zentimeter groß, unregelmäßig länglich

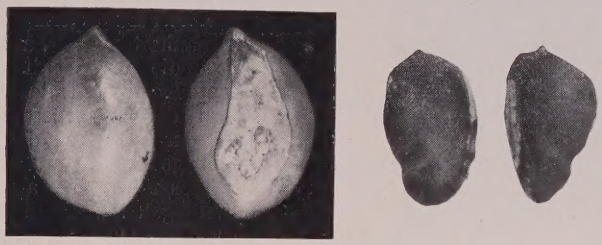


Abb. 279. Mowra. Links Samen, rechts Kotyledonen. Nat. Gr.

und haben eine hellbraune oder rötlichbraune, derbe, glänzende Samenschale; der große Nabel hat eine matte Oberfläche. Die Handelsware enthält nur den aus der Samenschale befreiten Keimling, der aus zwei braunen, fleischigen und ölhaltigen Kotyledonen besteht.

Querschnitte durch die braunen Kotyledonen (Abb. 280) zeigen große, undeutlich getüpfelte Zellen parenchymatischen Baues, die Öl und eiweißartige Stoffe enthalten. Zwischen diesen Zellen befinden sich radial angeordnete Zellgruppen, die völlig mit gerbstoffartigen, homogen erscheinenden Inhaltsmassen angefüllt sind, die sich mit Eisenchlorid schwärzlich färben. Außerdem kommen vereinzelte Sekretzellen vor, die farblose, kautschukartige Stoffe enthalten.

Bestandteile von Mowra-Samen sind vor allem an den meist reihenförmig angeordneten Gerbstoffzellen leicht und sicher nachzuweisen.

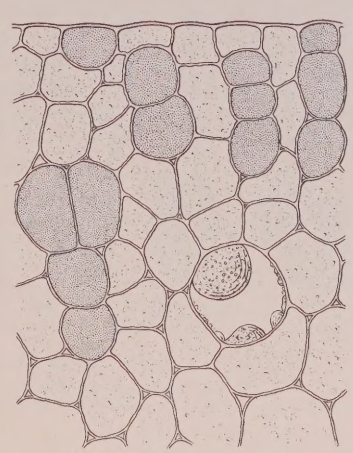


Abb. 280. Querschnitt durch ein Keimblatt des Mowra-Samens. Vergr. 200fach.

Palmensamen.

Kokosnuss (Kopra).

Die Kokospalme, *Cocos nucifera* L., ist eine der wichtigsten tropischen Nutzpflanzen; sie wird überall an den Küsten der wärmeren Länder angetroffen, so daß die Feststellung ihrer eigentlichen Heimat Schwierigkeiten macht. Ihre als Kokosnuß bezeichnete Frucht ist eine große Steinfrucht mit lederhartem Exokarp, derbfaserigem Mesokarp und steinhartem Endokarp, das mit dem Samen verwachsen ist. Der Same ist mit einer dünnen, braunen Samenschale bedeckt und besteht, abgesehen von dem kleinen Embryo, aus einem 1 bis 2 cm dicken Endosperm, das einen mit der sog. Kokosmilch gefüllten Hohlraum umschließt.

Dieser Endospermmantel mit der anhaftenden Samenschale liefert die im Welthandel bekannte Kopra; aus den ölreichen Zellen der zerkleinerten Kopra wird durch Pressen das Kokosnußöl gewonnen, während die Preßrückstände die als Futtermittel geschätzten Koprapreßkuchen oder Kokosnußkuchen abgeben.

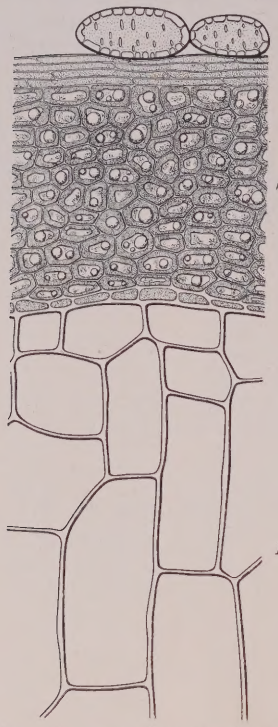


Abb. 281. Querschnitt durch den Randteil des Kokosnußsamens (Kopra). Vergr. 200fach.

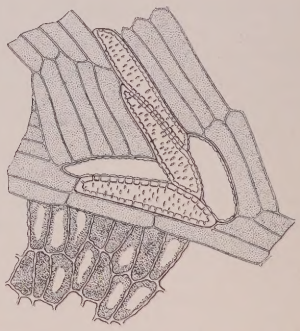


Abb. 282. Samenschale der Kokosnuß in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch Koprastücke (Abb. 281) zeigen die Samenschale und das Endosperm. Die Samenschale besitzt außen gruppenweis angeordnete, wenig verdickte Steinzellen und langgestreckte, dünnwandige Zellen mit gleichmäßig braunem Inhalt, in der Mitte und nach innen isodiametrische Zellen, deren Inhalt aus einem farblosen inneren Teil besteht, der von einer braunen Hülle eingeschlossen ist. Zwischen diesen Zellen verlaufen verzweigte Gefäßbündel mit engen Spiralgefäßen.

Flächenschnitte durch die Samenschale (Abb. 282) zeigen außen unregelmäßig liegende, gestreckte Zellen mit dünnen Wänden und gleichmäßig

hellbraunem Inhalt; zwischen diesen Zellen sind Nester von schwach verdickten und reich getüpfelten Zellen eingestreut. Die inneren Schichten der Samenschale bestehen aus weniger stark gestreckten Zellen mit braunem Inhalt, der einen farblosen Kernteil unregelmäßig umschließt.

Das meist mehr als 10 mm starke Endosperm ist aus radial gestreckten, gleichmäßig weiten Zellen aufgebaut, deren glänzende Wände mäßig verdickt (etwa 3 μ stark) und fast ungetüpfelt sind. Der Inhalt besteht, abgesehen von Fett, das vor der Untersuchung zweckmäßig durch Ätherbehandlung entfernt wird, aus Plasmaresten und vereinzelten Aleuronkörnern.

Palmkerne.

Die Ölpalme, *Elaeis guineensis* L., welche die sogenannten Palmkerne liefert, ist in Afrika beheimatet, aber auch in anderen tropischen Ländern verbreitet. Ihre Steinfrüchte (Abb. 283) enthalten unter einem

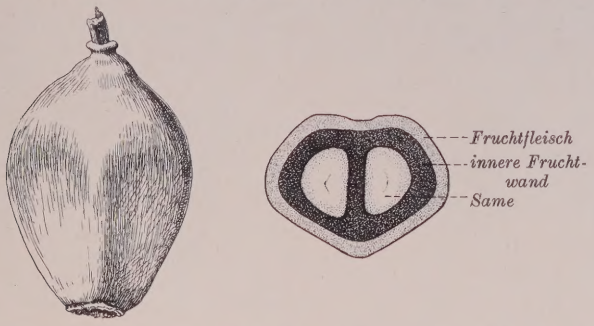


Abb. 283. Zweisamige Frucht der Ölpalme (*Elaeis guineensis* L). Links Ansicht, rechts Querschnitt, die beiden durchschnittenen Samen zeigend. Nat. Gr.

dünnen Exokarp ein zähfaseriges, ölhaltiges Fruchtfleisch, das sich scharf gegen das harte, schwarze Endokarp absetzt, welches seinerseits den oder die Samen einschließt. Die etwa 1½ cm langen, unregelmäßig eiförmigen Samen (Abb. 284) haben eine dünne schwärzliche Schale; ihr Inneres wird fast ausschließlich von einem mächtigen, verhältnismäßig harten Endosperm gebildet, das in der Mitte eine spaltenförmige Höhlung zeigt. Der Embryo ist außerordentlich klein und am Samen äußerlich als kleine warzenförmige Erhebung zu erkennen.

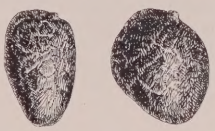


Abb. 284. Samen der Ölpalme (*Elaeis guineensis* L.). Nat. Gr.

Aus dem Fruchtfleisch der Ölpalme wird das Palmöl, aus den Samen oder Palmkernen das Palmkernöl gewonnen. Die Preß- und Extraktionsrückstände der Samen kommen in großen Mengen auf den Markt; sie sind ein geschätztes Futtermittel und dienen auch zur Gewürzverfälschung.

Die mikroskopische Untersuchung und Erkennung der Palmkerne macht keine Schwierigkeiten, da sowohl die Samenschale wie auch die Endospermzellen genügend Anhaltspunkte bieten.

Die Samenschale zeigt sich auf Querschnittsbildern (Abb. 285) als eine vielfache Schicht kleiner dünnwandiger Zellen mit braunem Inhalt,

denen vereinzelt farblose Steinzellen aufgelagert sind, die sich von den Steinzellen der Kokosnußsamenschale durch ihre stärkeren Wandverdickungen deutlich unterscheiden. Auf Flächenschnitten (Abb. 286) weisen die mit gleichmäßig braunem Inhalt gefüllten Zellen eine gestreckte Form auf und liegen in sich kreuzenden Gruppen und Schichten.

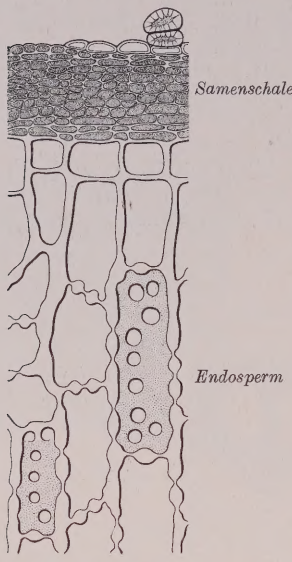


Abb. 285. Querschnitt durch den Randteil des Palmkernsamens (*Elaeis guineensis* L.). Vergr. 200fach.

Das Endosperm besteht aus sehr gleichmäßig gebauten, meist radial gestreckten Zellen, deren Wände rundliche Tüpfel mit abgerundeten Ecken besitzen, so daß sich wellenförmige, knotige Verdickungen ergeben. Die Zellwände sind weiter durch einen auffallenden Glanz ausgezeichnet. Der Zellinhalt besteht zur Hauptsache aus Fettnadeln.

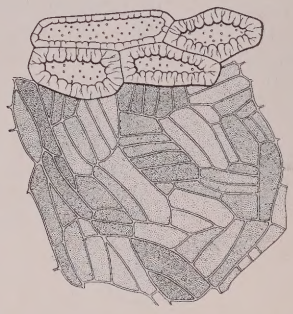


Abb. 286. Schale des Palmkernsamens mit aufliegenden Steinzellen (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Kopra- und Palmkern-Presskuchen.

Die mikroskopische Unterscheidung von Kopra- und Palmkern-Preßkuchen bzw. Extraktionsrückständen läßt sich ohne weiteres auf Grund der verschiedenen Form der Endospermzellen vornehmen. Die Endospermzellen der Kokosnuß unterscheiden sich von denen der Palmkerne durch bedeutendere Größe, stärkere Streckung, geringere Wanddicke und fast fehlende Tüpfelung. Die Endospermzellen von *Elaeis* sind demgegenüber kürzer und haben knotig verdickte, glänzende Wände; in der Flächenansicht tritt die Tüpfelung der Zellwände ebenfalls deutlich hervor.

Auch die Elemente der Samenschale geben Unterscheidungsmerkmale ab. Die Samenschale von *Elaeis* weist in den meist im Preßkuchen vorliegenden Flächenansichten gekreuzte Schichten von gestreckten dünnwandigen, gleichmäßig braunen Zellen auf; neben diesen finden sich vereinzelte farblose, sehr stark verdickte Steinzellen, sowie vor allem auch noch die rotbraunen Steinzellen haften gebliebener Endokarpreste.

Die Steinzellen der Kokosnußsamenschale sind dagegen nur schwach verdickt; die dünnwandigen, braunen Zellen, soweit sie aus den äußeren Schichten stammen, sind hell gefärbt, während der Inhalt bei den Zellen der inneren Schichten eine deutliche Differenzierung in einen dunkelbraunen Randteil und einen farblosen Kern erkennen läßt.

Samen der Elfenbeinpalmen und ihre Abfälle.

Zur Streckung von Preßkuchenmehl und anderen Futtermitteln werden zuweilen die bei der Verarbeitung von vegetabilischem Elfenbein erhaltenen Abfälle verwendet. Als vegetabilisches Elfenbein wird das hornartige Endosperm verschiedener Palmensamen bezeichnet. Nach Stammpflanze und Herkunft unterscheiden wir südamerikanisches, polynesisches und abessinisches vegetabilisches Elfenbein. Die harten Samen der verschiedenen Elfenbeinpalmen dienen zur Knopffabrikation; wenn ihre Beschreibung in dem vorstehenden Abschnitt über Ölfrüchte erfolgt, so rechtfertigt sich dies durch den schon erwähnten Zusatz der in großen Mengen abfallenden Drehspäne zu Preßkuchen und Futtermehlen. Außerdem dienen die Abfälle der Elfenbeinsamen vereinzelt auch als Kaffeeersatz und zur Verfälschung gepulverter Gewürze, sowie als Streumehl in der Bäckerei (vgl. S. 70).

Die allgemeinen Bauverhältnisse der Elfenbeinsamen sind denen der Palmkerne recht ähnlich; mikroskopisch sind alle ohne weiteres durch die ganz wesentlich stärkeren Wandverdickungen von Kopra und Palmkernen zu unterscheiden.

Südamerikanisches vegetabilisches Elfenbein.

Stammpflanzen sind die im tropischen Südamerika vorkommenden Elfenbeinnußarten, *Phytelephas macrocarpa* Ruiz et Pavon und *Phytelephas microcarpa* Ruiz et Pavon. Die 3—4 cm großen Samen der ersten haben die Form eines Kugelsegmentes und sind von einer dünnen, braunen Haut bedeckt (Abb. 287). Das ganze Innere besteht aus dem harten, weißlichen Endosperm.

Abb. 287. Samen von *Phytelephas macrocarpa* Ruiz et Pavon. Nat. Gr.

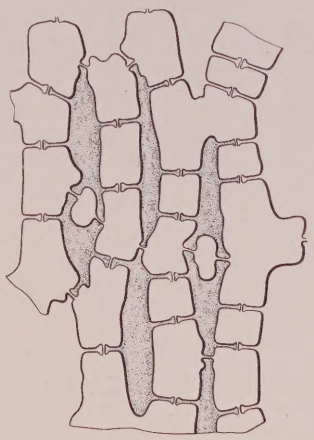


Abb. 288. Endospermzellen der Steinnuß. Vergr. 200fach.

Drehspäne der Elfenbeinnuß und Steinnußmehl sind durch die besonders dickwandigen, aus Reservezellulose bestehenden Endospermzellen charakterisiert (Abb. 288). Die Dicke der Zellwände beträgt bis zu 50 μ; die hellen Wände, welche keine Mittellamellen erkennen lassen, sind von deutlich sichtbaren Tüpfeln durchsetzt, die sich in der Mitte trichterförmig erweitern. Die Zellen selbst sind nur mäßig gestreckt und wirken daher

ziemlich plump. Das Lumen ist schmaler als die Wandstärke; der feine, gekörnte Inhalt besteht zur Hauptsache aus eiweißartigen Stoffen.

Polynesisches vegetabilisches Elfenbein.

Die Samen der vor allem auf den Karolinen und Salomon-Inseln verbreiteten *Coelococcus salomonensis* WARB. u. a. Arten sind abgeflacht kugelig und mit einer lochförmigen Vertiefung versehen, so daß sie im Längsschnitt hufeisenförmig erscheinen (Abb. 289). Am unteren Ende befindet sich die durch einen Keimdeckel sich öffnende Höhlung des kleinen Embryos.

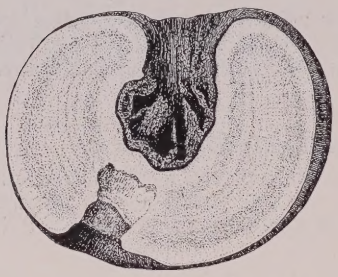


Abb. 289. Polynesische Elfenbeinnuß (*Coelococcus salomonensis* WARB.) im Längsschnitt. Nat. Gr.

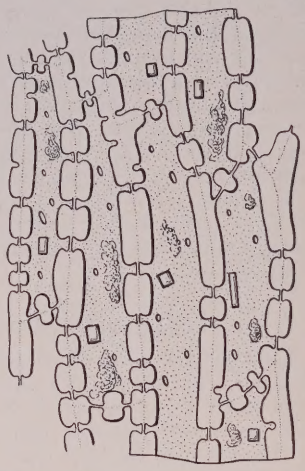


Abb. 290. Endospermzellen der polynesischen Steinnuß (*Coelococcus*). Vergr. 200fach.

Schnitte durch das gelbliche Endospermgewebe (Abb. 290) zeigen stark verdickte und reichlich getüpfelte Zellen, die aber schlanker wirken als die Endospermzellen von *Phytelephas*; ihr Lumen ist meist größer als die Wandstärke, die 20—30 μ beträgt. Auch ist die Mittellamelle der Membranen im Gegensatz zu *Phytelephas* erkennbar, während die Verdickungen gleichzeitig stärkere Rundungen und Unregelmäßigkeiten aufweisen. Ein besonders gutes Merkmal geben die großen prismatischen Oxalatkristalle ab, die in den sonst inhaltsarmen Zellen regelmäßig anzutreffen sind.

Abessinisches vegetabilisches Elfenbein.

Die Samen der in Afrika verbreiteten Doumpalme, *Hyphaene thebaica* MART. u. a. Arten, liefern das ostafrikanische oder abessinische vegetabilische Elfenbein. Sie sind flachgedrückt und unregelmäßig oval (Abb. 291). Im Innern besitzen sie eine verhältnismäßig große und linsenförmige, am unteren Ende außerdem noch eine kleine Höhlung, in welcher der Embryo liegt. Das zwischen der punktiert-gestreift erscheinenden hellbraunen Samenschale und der inneren Höhlung liegende Hornendosperm ist bläulich-weiß und weicher als bei den anderen Elfenbeinpalmen.

Die Endospermzellen auch dieser Elfenbeinpalme (Abb. 292) besitzen verdickte Wände, deren Stärke jedoch bis auf 10 μ heruntergeht und 25 μ nicht übersteigt; die zarte Mittellamelle ist deutlich erkennbar. Charakteristisch sind die langgestreckte schlanke Form der Zellen, sowie die sich

nach den Zellenden zu verjüngenden, also Zigarrenform aufweisenden Lumina. Da das Lumen in der Zellmitte den größten Durchmesser besitzt,

Abb. 291. Abessinische Elfenbeinnuß (*Hyphaene thebaica* MART.). Links Ansicht, Mitte Längsschnitt, rechts Querschnitt. Nat. Gr.

so haben hier die Membranen meist die geringste Dicke und verbreitern sich nach den Zellenden zu. Die Tüpfelung ist seltener als in den Membranen der anderen Elfenbeinpalmen; Oxalatkristalle fehlen, dagegen ist das Zellumen von Aleuronkörnern dicht erfüllt, zwischen denen vereinzelte Fettröpfchen vorkommen.

Haselnuß.

Die Früchte des Haselnußstrauches (*Corylus avellana* L. und andere *Corylus*-Arten, Fam. Betulaceae) sind echte Nüsse; die steinartige Fruchtwand umschließt einen fast ganz aus zwei mächtigen Keimblättern bestehenden Samen, der von einer zarten Samenschale bedeckt ist. Zwischen Samenschale und Embryo befindet sich ein als Aleuronschicht ausgebildetes Endosperm.

Die Fruchtwand besteht aus Steinzellen, die in den äußeren Teilen kleinzellig und rundlich, in den mittleren Schichten größer und mehr polygonal sind (Abb. 293). Vor allem die äußeren Steinzellen enthalten braunen Inhalt. Besonders charakteristisch ist die Oberhaut der Fruchtwand; zwischen den kleinen, polyedrischen und mit dunklem Inhalt gefüllten Epidermiszellen entspringen in großer Zahl kurze, stark verdickte Haare. Die inneren Schichten der Fruchtwand bestehen aus eigenartig gebuchteten und gefalteten, braunen Zellen (Abb. 294). Teile dieser inneren Fruchtwandschichten pflegen dem Samen als schülferige Bestandteile anzuhaften und sind daher auch in den aus Haselnußsamen hergestellten Produkten zu finden.

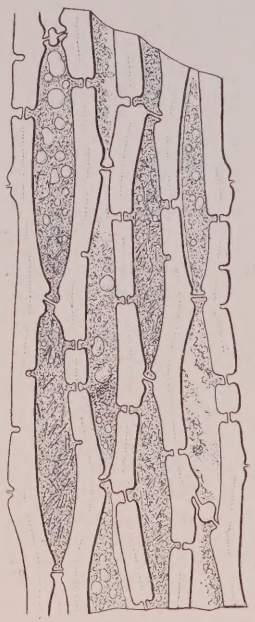
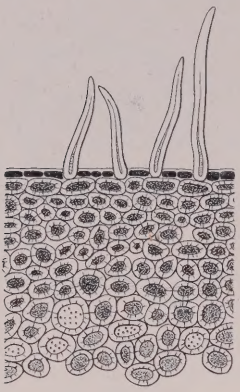


Abb. 292. Endospermzellen der abessinischen Steinnuß. (*Hyphaene*). Vergr. 200fach.

Der Haselnußsame ist von einer dünnen, braunen Samenschale aus dünnwandigen parenchymatischen Zellen bedeckt (Abb. 295), zwischen denen Gefäßbündelgruppen verlaufen.



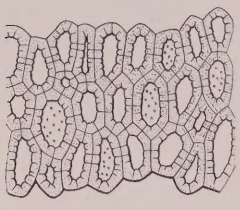


Abb. 293. Querschnitt durch die Fruchtwand der Haselnuß. Oben Randteil, unten mitterer Teil der Fruchtwand. Vergr. 200fach.

Abb. 296. Kotyledonarzellen der Haselnuß mit Aleuron- und Stärkekörnern (Jodpräparat). Vergr. 200fach.

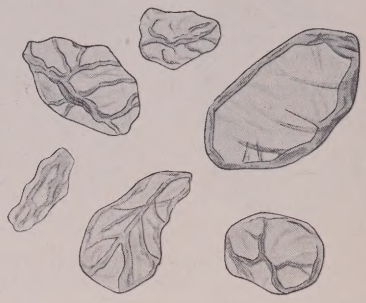


Abb. 294. Zellen aus den inneren Fruchtwandschichten der Haselnuß. Vergr. 200fach.

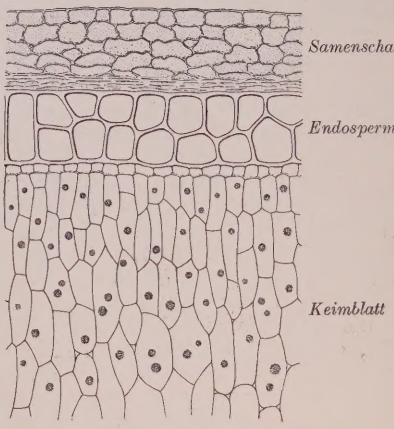


Abb. 295. Querschnitt durch den Randteil des Haselnuß-Samens. (Chloralhydratpräparat nach Ätherbehandlung des Schnittes.) Vergr. 200fach.

Unterhalb der Samenschale liegt ein aus verhältnismäßig großen Zellen bestehendes Endosperm, das als 1—2reihige Aleuronschicht ausgebildet und mit den Keimblättern verwachsen ist. Das Gewebe der Keimblätter zeigt sehr zartwandige parenchymatische Zellen mit kleinen Interzellularen. Der Inhalt der Kotyledonarzellen besteht aus fettem Öl und Aleuronkörnern. Die bis zu 20 μ großen Körner enthalten teilweise Oxalatdrusen, die besonders deutlich hervortreten, wenn die Schnitte zunächst entfettet,

und die Aleuronkörner dann durch Chloralhydrat oder Erwärmen des Präparates zerstört werden. Stärkekörner fehlen meist, lassen sich jedoch zuweilen auch beobachten; sie sind aber in diesem Fall im allgemeinen nur in geringer Menge vorhanden und recht klein (Abb. 296).

Für den Nachweis von Haselnußsamenteilen in Konditoreiwaren oder in Preßkuchen sind folgende Merkmale wichtig:

kleine und dünnwandige Zellen mit Aleuronkörnern und kleinen Kalziumoxalatdrusen, zuweilen auch mit kleinen Stärkekörnern,
Teile der großzelligen Aleuronschicht,
Elemente der Samenschale,
Reste der charakteristischen inneren Zellen der Fruchtwand.

Gemahlene Haselnußschalen, die vereinzelt zur Verfälschung von Gewürzen und Kakao dienen, sind an den häufig dunklen Inhalt führenden Steinzellen, an den gefalteten Zellen der inneren Fruchtwandschichten und vor allem an der mit stark verdickten Haaren versehenen Oberhaut zu erkennen.

Walnuß.

Der aus Asien stammende Walnußbaum, *Juglans regia* L. (Fam. Juglandaceae), hat Steinfrüchte, die meist fälschlich als Nüsse bezeichnet werden. Das grüne Fruchtfleisch wird bei der Ernte entfernt, so daß das Endokarp mit dem eingeschlossenen Samen als sogenannte Walnuß übrigbleibt. Die beiden Schalenhälften des Endokarps umhüllen den Samen, der fast ganz aus den großen, eigenartig gebuchteten, stark ölhaltigen Keimblättern des Embryos besteht.

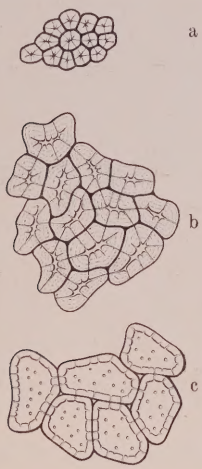


Abb. 297. Steinzellen aus dem Endokarp der Walnuß: a) aus den äußeren, b) und c) aus den mittleren Schichten. Vergr. 200fach.

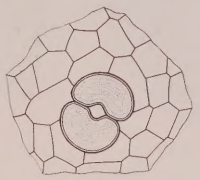


Abb. 298. Epidermis der Samenschale der Walnuß (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Die Steinschale oder das Endokarp der Walnuß findet zuweilen in gemahlenem Zustande zur Verfälschung von Kakao und Gewürzen Verwendung. Die äußeren Steinzellen des Endokarps (Abb. 297) sind besonders klein und sehr stark verdickt, die Steinzellen der Mittelschicht sind größer und weisen eigentümliche Einbuchtungen der Zellwände auf. Daran schließen sich nach innen schwach verdickte Steinzellen, während die innersten Lagen des Endokarps von braunen Zellen parenchymatischen Charakters gebildet werden.

Der zur Hauptsache aus den Kotyledonen bestehende Same wird aus parenchymatischen, dünnwandigen Zellen gebildet, die als Inhalt Fett und Aleuronkörner, selten kleine Stärkekörner zeigen. Den gebuchteten Kotyledonen liegt die leicht abziehbare, gelbliche Samenhaut lückenlos an. Ihre Epidermis wird aus parenchymatischen, gerbstoffhaltigen Zellen gebildet (Blaufärbung durch Eisensalze). Typisch sind große, rundliche Spaltöffnungen, die in gleichmäßiger Verteilung in das übrige Epidermisgewebe eingestreut sind (Abb. 298).

Die Samen der Walnuß dienen sowohl zur Ölgewinnung als zur Herstellung von Süßigkeiten; mikroskopisch sind sie an den parenchymatischen Epidermiszellen und den charakteristischen runden Spaltöffnungen der Samenhaut zu erkennen.

Paranuß.

Die großen Kapselfrüchte der im äquatorialen Südamerika heimischen *Bertholletia excelsa* H. B. K. (Fam. Lecythidaceae) enthalten in ihrem Innern große, längliche ölhaltige Samen, die als Para- oder Brasilnüsse teils roh gegessen, teils zu Bäckereizwecken verwendet werden. Die etwa 4 cm langen Samen haben (Abb. 299) einen dreikantig-gerundeten Querschnitt; der graubraunen, derben Samenschale liegt innen ein zweireihiges Endosperm an, das den großen ölhaltigen Embryo allseitig umhüllt.

Abb. 299. Paranuß. Links mit, rechts ohne Samenschale. Nat. Gr.

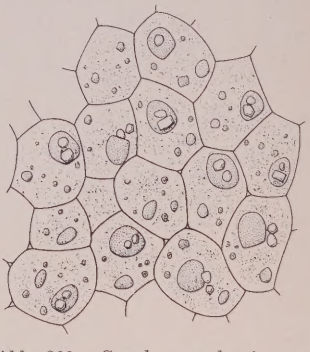


Abb. 300. Gewebe aus den inneren Schichten des Keimlings der Paranuß. Vergr. 200fach.

Die Samenschale trägt außen eine derbe Palisadenschicht, deren farblose Zellen teils stärker, teils schwächer verdickt und getüpfelt sind. Die inneren Schichten der Samenschale bestehen aus braunem Parenchym. Fetzen dieses Parenchyms pflegen dem aus der Schale befreiten Samen regelmäßig anzuhaften.

Der große Keimling wird außen von einer wenig charakteristischen, zweireihigen Aleuronschicht eingeschlossen. Das Keimlingsgewebe besteht aus dünnwandigen parenchymatischen Zellen, die außer Öl und Eiweißresten verhältnismäßig wenige, aber sehr große Aleuronkörner mit Globoiden und Kristalloiden aufweisen (Abb. 300). Zwischen den großen Keimlingszellen befinden sich schichtweise auffallend kleinzellige Gewebekomplexe. Alle Gewebe sind frei von Stärke.

Mandeln und Mandelersatz.

Mandeln.

Der in Westasien heimische, heute vor allem im Mittelmeergebiet in mannigfachen Spielarten angebaute Mandelbaum, *Prunus Amygdalus* Stokes (Fam. Rosaceae), hat Steinfrüchte, deren zähes Fruchtfleisch sich bei der Reife durch einen seitlichen Riß öffnet und von dem Endokarp ablöst. Das meist derbe, bei der Krach- oder Knackmandel aber zartere Endokarp enthält in der Regel einen einzigen Samen.

Abb. 301. Mandel. Links mit Endokarp, rechts Same. Nat. Gr.

Die aus dem Endokarp befreiten Mandelsamen werden sowohl roh genossen wie vor allem zu Konditoreizwecken und zur Marzipanfabrikation gebraucht; Marzipan besteht aus geschälten, zerriebenen Mandeln und Zucker. Weiter wird aus Mandeln Öl gewonnen; die gepulverten oder gemahlenen Preßrückstände finden als Mandelmehl oder Mandelkleie in erster Linie kosmetische Verwendung.

Die Form der Mandelsamen entspricht der Höhlung des Endokarps, in der sie liegen (Abb. 301). Die Samen sind spitz-eiförmig, seitlich stark zusammengedrückt und an den Rändern fast scharfkantig; sie haben eine derbe, braune Schale mit eigenartig schülferiger Oberfläche. Nach Behandlung mit heißem Wasser läßt sich die Samenschale leicht von dem Samen abziehen, der überwiegend aus zwei großen Keimblättern gebildet wird. Zwischen Schale und Keimling liegen Reste des Nucellus und ein undeutlich entwickeltes Endosperm.

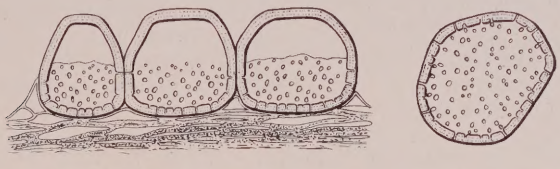


Abb. 302. Samenschale der Mandel. Links Querschnitt durch den Randteil, rechts Steinzelle der Oberhaut in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Zur mikroskopischen Untersuchung sind Querschnitte durch Samenschale und Keimling, sowie Flächenschnitte durch die Samenschale erforderlich, die zweckmäßig in Chloralhydrat oder, soweit es sich um Gewebeteile des Keimlings handelt, nach vorhergehender Entfettung mit Äther in Wasser oder Glyzerin betrachtet werden.

Querschnitte durch die Samenschale zeigen ein sehr kleinzelliges Gewebe, durch das sich reichlich zarte Gefäße ziehen. Besonders charakteristisch ist die Oberhaut (Abb. 302); sie trägt gruppenweise zusammenliegende, eigenartige, große Steinzellen, welche die schülferige Oberflächenbeschaffenheit der Samenschale bedingen. Diese Steinzellen sind diagnostisch sehr wichtig; auf Querschnitten zeigen sie sich rundlich polygonal, mäßig verdickt und in der unteren Hälfte reichlich getüpfelt, während

der obere, äußere Teil meist ungetüpfelt ist. In Flächenansichten (Abb. 302) sind die Steinzellen ebenfalls rundlich polygonal; die getüpfelte Grundfläche zeigt oft Spaltentüpfel zwischen mäandrischen Membranfaltungen.

Der Keimling besteht aus dünnwandigen Zellen, die reichlich fettes Öl und Aleuronkörner enthalten. In den großen Aleuronkörnern befinden sich sehr kleine drusenförmige Oxalatkristalle, deren Anwesenheit am besten durch Aufleuchten im polarisierten Licht festgestellt wird.

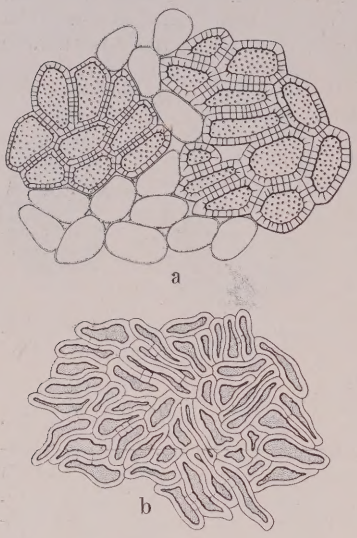


Abb. 303. Steinzellen aus dem Endokarp der Mandel. a) Aus den Außenschichten, b) aus den inneren Schichten (Flächenansichten). Vergr. 200fach.

Der Nachweis von Mandelprodukten ist dann verhältnismäßig einfach, wenn, wie bei der Mandelkleie, Reste der Samenschale, insbesondere die charakteristischen Steinzellen der Samenschalenoberhaut enthalten sind. Bei Mandelprodukten aus geschälten Samen ist der Nachweis sehr schwierig, da die Keimlingsgewebe keine charakteristischen Merkmale enthalten. Insbesondere gibt das Vorkommen von Aleuronkörnern mit Oxalatkristallen keinen Beweis für Mandelgewebe, da sich solche auch in dem Keimlingsgewebe anderer Rosaceensamen, wie der Pflaume, vorfinden.

Gepulverte Samenschalen und das gepulverte Endokarp der Mandel dienen zur Verfälschung von Gewürzen. Die ersten sind ohne weiteres an den charakteristischen Steinzellen der Oberhaut und dem reichlichen Vorhandensein zarter Gefäße in kleinzelligen Geweberesten zu erkennen. Das Endokarp der Mandelfrucht besteht in seinen äußeren Schichten (Abb. 303a) aus wenig gestreckten, stark getüpfelten, farblosen Steinzellen, die mit unverdickten, parenchymatischen Zellen abwechseln. In der Mitte des Endokarps verlaufen mächtige Gefäßbündel mit zahlreichen, aber zarten Spiralgefäßen. Die inneren Schichten des Endokarps (Abb. 303 b) werden aus stärker gestreckten, mäßig verdickten Steinzellen unregelmäßiger Anordnung gebildet. In gepulverten Endokarpteilen fallen vor allem gelbe Parenchymfetzen mit den verschiedenartigen Steinzellen und den reichlichen Spiralgefäßen auf.

Pfirsich-, Aprikosen- und Pflaumenkerne als Mandelersatz.

Äußerlich sind Pfirsich-, Aprikosen- und Pflaumenkerne, die neben einigen anderen ölhaltigen Samen, insbesondere *Anacardium* (S. 154), *Arachis* (S. 124) und *Cocos* (S. 142) als Mandelersatz Verwendung finden, von echten Mandeln durch die abweichende Form zu unterscheiden (Abb. 304).

Die Kerne des Pfirsichs (*Prunus Persica* [L.] Stokes) sind kleiner als Mandelsamen, breit eiförmig, besonders flach und scharfrandig; sie haben eine dünne, braune Samenschale.

Die Kerne der Aprikose (*Prunus armeniaca* L.) sind klein, flach, wenig höher als breit, oft fast herzförmig und besitzen eine fast glatte Samenschale.
Die Kerne der Pflaume (*Prunus domestica* L.) sind ebenfalls klein, eiförmig, aber nicht flach, sondern bauchig gerundet und haben eine sehr dünne Samenschale.

Abb. 304. a) Pfirsich-, b) Aprikosen-, c) Pflaumenkerne; obere Reihe mit Endokarp, untere Reihe Samen. Nat. Gr.

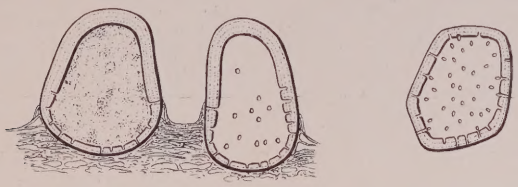


Abb. 305. Samenschale des Pfirsich. Links Querschnitt durch den Randteil, rechts Steinzelle der Oberhaut in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Abb. 306. Samenschale der Aprikose. Links Querschnitt durch den Randteil, rechts Steinzellen der Oberhaut in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

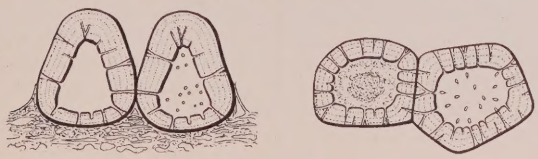


Abb. 307. Samenschale der Pflaume. Links Querschnitt durch den Randteil, rechts Steinzellen der Oberhaut in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Mikroskopisch lassen sich Pfirsich-, Aprikosen- und Pflaumenkerne sowohl unter sich wie von Mandelsamen durch die abweichend gebauten Steinzellen der Samenschalenoberhaut unterscheiden (Abb. 305—307). Die Unterschiede sind in der folgenden Zusammenstellung angegeben:

	Steinzellen im Querschnittsbild der Samenschale	Steinzellen in Flächenansichten der Samenschale	Verhalten der Steinzellen im polarisierten Licht
Mandelsamen	groß, rundlich, polygonal, gleichmäßig dünnwandig, untere Hälfte stark getüpfelt, oberer Teil ungetüpfelt und oft verletzt	groß, rundlich polygonal, dünnwandig, mit stark getüpfelter Grundplatte. Oberer Teil oft verletzt	nicht oder kaum aufleuchtend
Pfirsichsamen	groß, oval bis kegelförmig, im unteren Teil dünnwandiger als im oberen, Tüpfelung nur im unteren Teil und spärlich	mittelgroß, polygonal, Tüpfelung mäßig stark	nicht aufleuchtend
Aprikosensamen	klein, fast kugelig, allseitig gleichmäßig stark verdickt und getüpfelt	klein, polygonal, stark getüpfelt	stark aufleuchtend
Pflaumensamen	mittelgroß, kegelförmig, dickwandig, der äußere Teil kappenförmig verstärkt, Tüpfelung mäßig, aber allseitig. Tüpfel sich nach außen oft verzweigend oder trichterförmig	mittelgroß, polygonal, derbwandig, gleichmäßig getüpfelt, Tüpfel nach außen oft trichterförmig verbreitert	sehr stark aufleuchtend

Bei größeren Fragmenten von Samenschalen lassen sich auch die Verzweigungen und Endigungen der in der Samenschale verlaufenden Gefäßbündel zur Unterscheidung mitheranziehen. Diese Stränge sind bei der Aprikose baumartig verzweigt, bei Mandel-, Pfirsich- und Pflaumensamen dagegen meist einfach und nur selten durch Quernerven miteinander verbunden.

Im Gegensatz zur Samenschale weisen die Keimlingsgewebe bei Mandel, Pfirsich, Aprikose und Pflaume keine wesentlichen Unterschiede auf, so daß sich die Diagnose stets auf die Fragmente der Samenschale stützen muß. Die vielfach zu findende Angabe, daß nur die Mandelsamen Aleuronkörner mit Oxalatdrusen besitzen, ist falsch, da solche ebensogut auch in den Kotyledonen von Pfirsich-, Aprikosen- und Pflaumenkernen auftreten können; umgekehrt sind gewisse Mandelherkünfte frei oder fast frei davon. Soweit Aleuronkörner mit Oxalatdrusen nachzuweisen sind, finden sie sich vor allem in den äußeren Schichten der Kotyledonen.

Kernel.

Die Samen der westindischen Elefantenläuse oder Cashew nuts (*Anacardium occidentale* L., Fam. Anacardiaceae) bilden als Kernel oder indische Mandeln einen wichtigen Mandelersatz. Die nierenförmig gekrümmten Früchte sitzen einem birnenförmig angeschwollenen, fleischigen Fruchtstiel auf, der in der brasilianischen Heimat des Kernelbaumes und anderen Tropenländern als Obst genossen wird.

Die dunklen Früchte (Abb. 308) selbst sind Steinfrüchte, deren Steinschale in großen Sekretbehältern einen schwarzbraunen, stark giftigen Milchsaft, das Cardol, enthält. Der als Mandelersatz verwendete Keimling weist ebenfalls eine gekrümmte Form auf; er besteht zur Hauptsache aus den beiden mächtigen Keimblättern. Das am unteren Ende befindliche Würzelchen ragt hervor und löst sich leicht ab.

Abb. 308. „Elefantenläuse" mit dem in ihnen enthaltenen Kernel-Samen. Links die ganze Frucht, Mitte Frucht längsgeschnitten, rechts Samen mit losgelöstem Würzelchen. Nat. Gr.

Querschnitte durch die Keimblätter zeigen ein reichlich mit Intercellularen versehenes, dünnwandiges Gewebe, das in der äußeren Schicht nur kleine Aleuronkörner und Fett, in den inneren Zellagen dagegen außerdem auch kleinkörnige Stärke enthält (Abb. 309). Die Stärkekörner sind meist einfach, jedoch kommen vereinzelt auch zusammengesetzte vor; ihre Größe schwankt zwischen 1 und 8 μ (Abb. 310). Die kleineren Körner sind meist rundlich mit feinem zentralen Kern, die größeren etwas länglich gestreckt und oft mit einer zarten Kernspalte versehen.

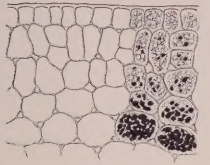


Abb. 309. Querschnitt durch ein Keimblatt des Kernel. (Jodpräparat.) Vergr. 200fach.

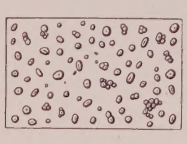


Abb. 310. Stärkekörner aus dem Keimlingsgewebe von *Anacardium*. Vergr. 200fach.

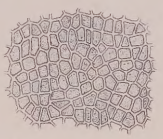


Abb. 311. Oberhaut der Keimblätter des Kernel in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Flächenschnitte durch die Oberhaut der Kotyledonen (Abb. 311) zeigen ein sehr feinzelliges Gewebe aus polyedrischen, nur mit Aleuronkörnern und Öl gefüllten Zellen.

Der Nachweis zerkleinerter Kernelsamen in Konditoreiwaren läßt sich an dem Vorhandensein zahlreicher Stärkekörner leicht erbringen. Verwechslungen mit echten Mandeln, die stärkefrei sind, erscheinen daher ausgeschlossen. Von der Erdnuß, die ebenfalls Stärke enthält, unterscheidet sich Kernel durch kleinere Zellen, dünnwandige, ungetüpfelte Zellmembranen, größeren Stärkegehalt und abweichend gebaute Stärkekörner.

Pistazie.

Die Früchte der im östlichen Mittelmeergebiet heimischen Pistazie oder grünen Mandel (*Pistacia vera* L., Fam. Anacardiaceae) sind einsamige Steinfrüchte mit dünnem, trockenem Fruchtfleisch und weißlichhellbraunem, glattem Endokarp. Der in der Steinschale enthaltene Same (Abb. 312) ist länglich, von fast dreikantigem Querschnitt und von einer verschieden gefärbten und ungleich ausgebildeten Samenschale umschlossen; diese ist auf der gekielten Oberseite der Samen tief rotviolett, auf der unteren, stark gefurchten Nabelseite hellbraun. Der von der Samenschale befreite, ölhaltige Same hat mandelartigen Geschmack und ist im Gegensatz zur gewöhnlichen Mandel von hellgrüner Farbe.

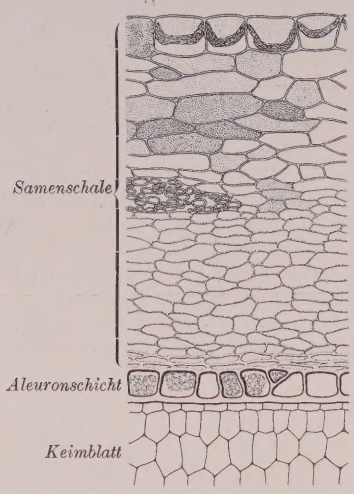


Abb. 313. Querschnitt durch den Randteil des Pistazien-Samens auf der oberen gekielten Seite des Samens. Vergr. 200fach.

Abb. 312. Pistazien. Oben mit Endokarp, unten Samen. Nat. Gr.

Abb. 314. Querschnitt durch den Randteil des Pistazien-Samens auf der Nabelseite. Vergr. 200fach.

Die Samenschale gibt auf der gewölbten, tief dunklen Rückenfläche ein ganz anderes mikroskopisches Bild als an der hellbraunen Nabelseite (Abb. 313 und 314). Auf der gewölbten Rückenseite des Samens hat die Schale eine bedeutende Mächtigkeit. Unter den mit braunen Inhaltsstoffen versehenen, dünnwandigen Epidermiszellen (Abb. 313) liegt ein vielzelliges, parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen ebenfalls noch vielfach rötlichbraune Inhaltsstoffe führen, die sich in Alkalien grün färben. In dieses Gewebe eingestreut finden sich reichlich Gefäßbündel mit auffallend zarten Spiralgefäßen. Die inneren Schichten der Samenschale sind kollabiert und mit einer einfachen bis doppelten Aleuronschicht verwachsen.

An der Nabelseite ist die Samenschale sehr zart; sie besteht hier zur Hauptsache nur aus der äußeren und der inneren Epidermis (Abb. 314). Die erste weist keine wesentlichen Unterschiede zur Epidermis der gewölbten Rückenseite (Abb. 315) auf; die innere Epidermis besteht aus kleinen, poly-

edrischen und gleichmäßig fein getüpfelten Zellen, deren Bau vor allem auf Flächenschnitten (Abb. 316) deutlich hervortritt. Auch hier schließt sich an die Samenschale eine ein- bis zweireihige Aleuronschicht, deren Elemente aber zartwandiger sind als auf der Rückenseite des Samens.

Das Innere des Samens wird zur Hauptsache aus zwei großen Kotyledonen gebildet, deren dünnwandige Zellen fettes Öl, sowie meist 4—10 μ große Aleuronkörner enthalten (Abb. 317).

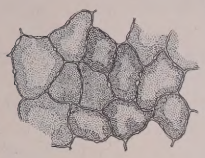


Abb. 315. Äußere Epidermiszellen der Pistazien-Samenschale in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

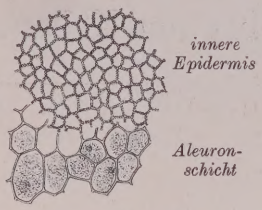


Abb. 316. Innere Samenschalenelemente von der Nabelseite der Pistazie (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

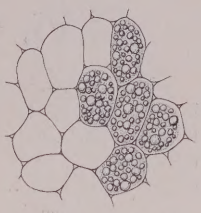


Abb. 317. Kotyledonarzellen der Pistazie mit Aleuronkörnern. Vergr. 200fach.

Pistazien werden wie echte Mandeln zu Konditorei- und Backwaren, vor allem in wärmeren Ländern, außerdem auch zur Wurstfabrikation, viel verwendet. Mit bloßem Auge sind sie an ihrer grünen Färbung leicht zu erkennen. Künstlich gefärbte Mandelkerne zeigen diese Färbung nur an der Oberfläche. Bei der mikroskopischen Unterscheidung ist vor allem auf den ganz verschiedenartigen Bau der Samenschale bei Pistazie und Mandel, sowie auf das Fehlen von Oxalatdrusen in den Aleuronkörnern der Pistazie zu achten, während Mandeln, häufig auch Pflaumen-, Pfirsich- und Aprikosenkerne, solche besitzen.

VI. Obst und Obstprodukte.

Neben dem unmittelbaren Genuß dienen Obstfrüchte in großem Umfange zur Herstellung von kandierten Früchten, Konserven, Mus, Marmeladen und Gelees. Die bei der Obstweinbereitung abfallenden Preßrückstände oder Trester finden zuweilen als Tierfutter, vereinzelt auch als Zusatz- und Streckungsmittel zu Marmeladen und ähnlichen Produkten Verwendung.

Die mikroskopische Bestimmung ganzer oder grob geteilter Früchte sowie von Trestern wird niemals Schwierigkeiten bereiten; dagegen gestaltet sich die Prüfung von Marmeladen dadurch meist nicht einfach, daß gröbere Teile infolge der Verwendung von Passiermaschinen nicht mehr vorhanden sind. In solchen Fällen empfiehlt es sich, eine größere Probe in einer reichlichen Menge heißen Wassers anzusetzen, abstehen zu lassen oder zu zentrifugieren und das Sediment mikroskopisch zu prüfen. Besonders unsicher und oft unmöglich ist der mikroskopische Nachweis der Bestandteile von Gelees, die meist gar keine oder nur ganz unbedeutende Zellreste enthalten.

Apfel.

Die Früchte des Apfelbaumes, *Pirus Malus* L. (Fam. Rosaceae), sind Scheinfrüchte; die aus 5 Fruchtblättern gebildete eigentliche Frucht ist mit dem fleischig angeschwollenen Blütenboden zu einer Einheit verwachsen, wobei die äußeren fleischigen Teile der Fruchtwand unmerklich in das Gewebe des Blütenbodens übergehen. Das Kernhaus entspricht dem Endokarp; jedes der 5 Fruchtfächer enthält zwei braune, flache Samen oder Kerne.

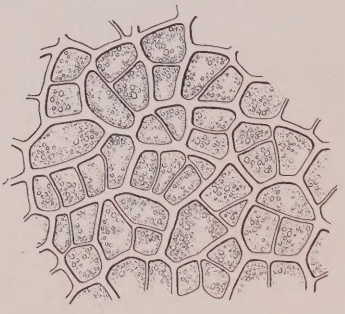


Abb. 318. Oberhaut des Apfels in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Das Fruchtfleisch des Apfels besteht aus parenchymatischen Zellen, zwischen denen sich im Gegensatz zur Birne keine Steinzellnester eingestreut finden. Die Zellen unreifer Früchte enthalten reichlich kleine Stärkekörner, während reife Früchte stärkeärmer sind. Da zur Apfelweinbereitung meist unreife Äpfel verwendet werden, sind die Preßrückstände oder Trester im allgemeinen reich an Stärke.

Diagnostisch wichtig sind die Oberhaut der Fruchtwand und die Steinzellen des Kernhauses. Die Oberhaut des Apfels besteht aus derbwandigen, polyedrischen Zellen, die durch nachträglich entwickelte, dünnere Wände unregelmäßig gefenstert sind (Abb. 318).

Das dem Endokarp entsprechende Kernhaus wird aus einer mehrfachen Schicht dickwandiger, sich kreuzender Faserzellen gebildet (Abb. 319). Dort, wo das Endokarp in das Fruchtfleisch übergeht, finden sich zwischen den Faserzellen reihenförmig angeordnete Kristallkammerzellen mit großen Einzelkristallen von oxalsaurem Kalk (Abb. 320).

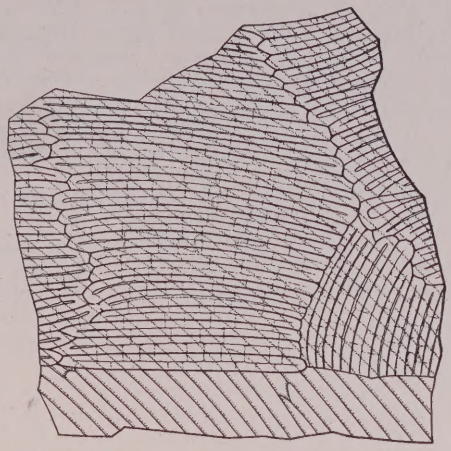


Abb. 319. Innere Steinzellschichten des Apfelendokarps („Kernhaus") in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch den Apfelsamen zeigen Samenschale, Nucellarrest, Endosperm und Keimling.

Die Samenschale hat eine äußere Oberhaut aus Zellen, deren nach außen gerichteter Wandteil infolge stärkerer Verschleimung verdickt erscheint (Abb. 321). Diese Zellen sind ebenso wie die darunter liegenden Schichten aus gelblichen Faserzellen und vereinzelten Schlauchzellen in der Längsrichtung des Samens gestreckt. Auf Flächenschnitten zeigen sich die Oberhautzellen der Samenschale als farblose, gestreckte Zellen ohne weitere innere Differenzierung oder mit eigenartig gestreiftem, länglichem Lumen (Abb. 322). Die innersten Schichten der Samenschale sind dünnwandig und haben vielfach körnigen Inhalt.

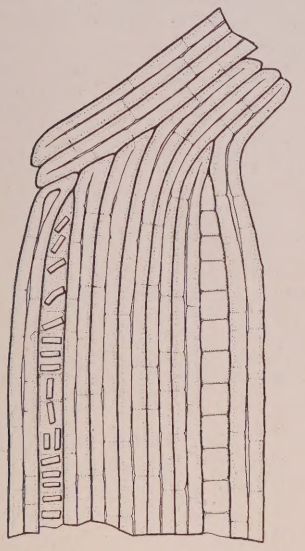


Abb. 320. Steinzellgruppen von der Außenseite des Apfelendokarps („Kernhaus"). Vergr. 200fach.

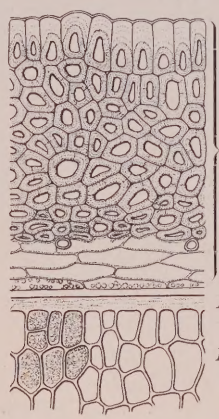


Abb. 321. Querschnitt durch den Randteil des Apfelsamens (Glyzerinpräparat). Vergr. 200fach.

Innerhalb der Samenschale liegt zunächst der Nucellarrest als farbloses Häutchen; an ihn schließt sich ein Endosperm aus regelmäßig gebauten, Aleuron führenden Zellen. Der Keimling selbst besteht aus kleinen Zellen, die Fett und Aleuron enthalten.

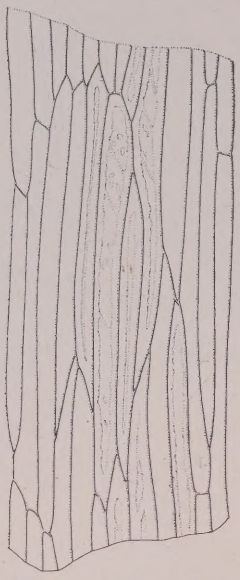


Abb. 322. Oberhaut der Apfelsamenschale in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Birne.

Die Birnenfrucht (*Pirus communis* L., Fam. Rosaceae) weist die gleichen allgemeinen Bauverhältnisse auf wie der Apfel, ist jedoch mikroskopisch auch in Bruchstücken leicht von diesem zu unterscheiden.

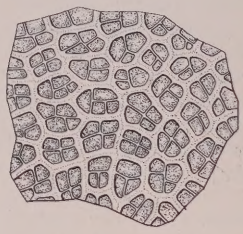


Abb. 323. Oberhaut der Birnenfrucht. Flächenansicht. Vergr. 200fach.

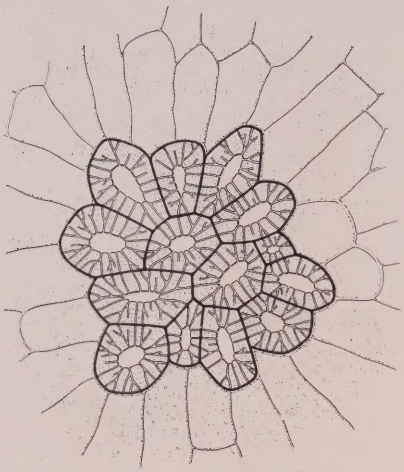


Abb. 324. Steinzellnest im Fruchtfleisch der Birne. Vergr. 200fach.

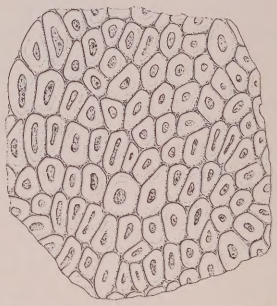


Abb. 325. Oberhaut der Birnensamenschale in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die Oberhaut der Birne (Abb. 323) ist wesentlich kleinzelliger als die des Apfels und meist noch deutlicher gefenstert. Das einfachste und sicherste Unterscheidungsmerkmal zwischen Apfel und Birne liegt aber in dem reichlichen Vorkommen von Steinzellnestern im Fruchtfleisch der Birne, die dem Apfel gänzlich fehlen.

Die Steinzellen der Birne sind stark verdickt, geschichtet und reichlich von feinen, oft verzweigten Tüpfelkanälen durchzogen; sie liegen niemals einzeln, sondern stets zu großen oder kleinen Klumpen vereinigt, um welche sich die benachbarten schmalen Parenchymzellen strahlig gruppieren (Abb. 324).

Das Kernhaus der Birne besteht aus weniger stark verdickten Faserzellen. Der Bau des Samens ähnelt durchaus dem des Apfelsamens, nur sind die Oberhautzellen nicht oder kaum in der Längsrichtung des Samens gestreckt, woran sie sich leicht von den Oberhautzellen der Apfelsamenschale unterscheiden lassen (Abb. 325).

Quitte.

Die Früchte der in Kleinasien heimischen Quitte, *Cydonia vulgaris* Pers. (Fam. Rosaceae), die in erster Linie der Gelee- und Marmeladenbereitung dienen, sind ähnlich gebaut wie Apfel und Birne. Ihr Fruchtfleisch enthält reichlich Steinzellnester; die Quitte stimmt also in dieser Hinsicht mit der Birne überein, unterscheidet sich aber von ihr durch eine weniger deutliche Fensterung der Fruchtwandoberhautzellen, sowie dadurch, daß zwischen den Oberhautzellen Haarnarben, zum Teil auch noch gekrümmte Haare vorhanden sind, die den später beschriebenen Fruchtwandhaaren der Himbeere ähneln. Auch die Oberhautzellen der Samenschale lassen sich zur Unterscheidung heranziehen, da sie auf Querschnittsbildern durch die Samenschale mehr als doppelt so hoch (bis 150 μ) erscheinen wie bei Apfel und Birne (Abb. 326); vor allem aber verschleimen ihre Membranen ganz besonders stark, so daß der Schleim bei Wasserzutritt sofort nach außen hervorquillt.

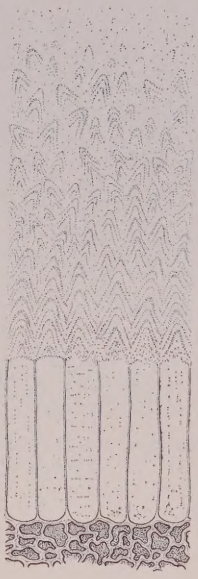


Abb. 326. Querschnitt durch die äußeren Schichten der Samenschale der Quitte. Vergr. 200fach.

Quittenmarmelade oder „Quittenbrot" ist an den Steinzellnestern sowie Resten der Fruchtoberhaut leicht und sicher zu erkennen; bei Quittengelee ist besonders auf die Oberhautzellen der Samenschale zu achten.

Pflaume und Zwetsche.

Die rundlichen, gewölbte Steine enthaltenden Steinfrüchte der im Orient heimischen *Prunus domestica* L. (Fam. Rosaceae) werden als Pflaumen, die länglich-runden Früchte mit zusammengedrückten Steinen als Zwetschen bezeichnet. Im mikroskopischen Bilde liegen keine Unterschiede vor.

Charakteristisch ist die Oberhaut (Abb. 327); sie ist kahl und wird aus polyedrischen, dunklen Inhalt führenden Zellen gebildet, die durch dünne

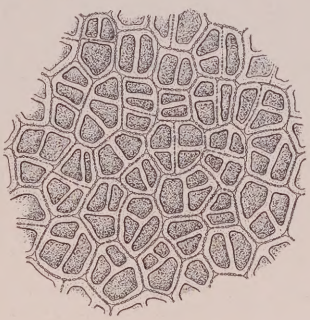


Abb. 327. Oberhaut der Pflaumenfrucht. Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Querwände gefenstert sind. Das Mesokarp besteht aus dünnwandigen parenchymatischen Zellen; an der Ansatzstelle des Fruchtstieles kommen vereinzelte Steinzellen vor. Pflaumenmus ist an den stets vorhandenen Bruchstücken der Oberhaut leicht zu erkennen.

Das Endokarp besteht aus derben Steinzellen; der bereits früher beschriebene Same (S. 153) besitzt eine Samenschale mit zerstreut aufliegenden Tonnenzellen.

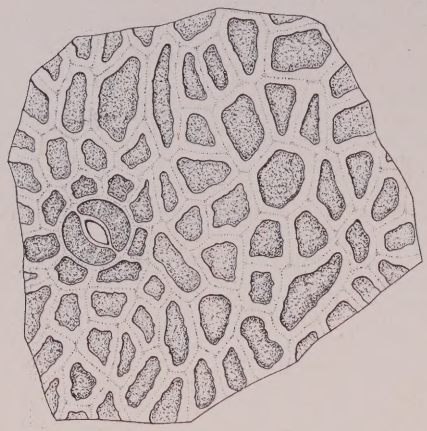


Abb. 328. Fruchtwandoberhaut der Süßkirsche. Flächenansicht. Vergr. 200fach.

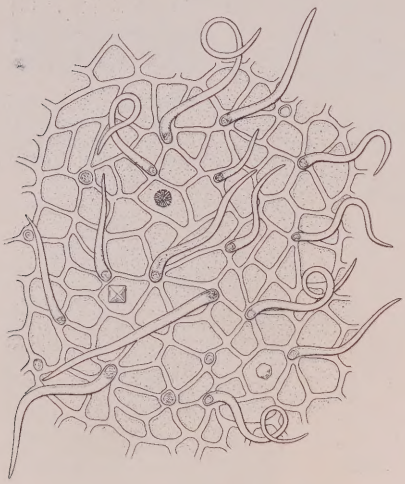


Abb. 329. Fruchtwandoberhaut der Himbeere (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Kirsche.

Die Steinfrüchte der in Südeuropa heimischen Süßkirsche (*Prunus avium* L.) und der in Kleinasien beheimateten Sauerkirsche (*Prunus cerasus* L., Fam. Rosaceae) zeigen im mikroskopischen Bau große Ähnlichkeit mit der Pflaume. Der Hauptunterschied liegt im Exokarp; die Oberhaut der Kirsche besteht aus verhältnismäßig großen Zellen, die meist keine Teilung in Tochterzellen erkennen lassen (Abb. 328); zwischen den Epidermiszellen finden sich Spaltöffnungen mit großen, halbkreisförmigen Schließzellen.

Das Endokarp besteht aus mäßig stark verdickten Stein- und Faserzellen; die Epidermis der Samenschale weist wie bei der Pflaume verstreut aufsitzende Steinzellen auf.

Himbeere.

Die Früchte der Himbeere (*Rubus idaeus* L., Fam. Rosaceae) sind keine Beeren, sondern Sammelfrüchte, die aus einer großen Anzahl von kleinen Steinfrüchten mit stark entwickeltem fleischigen Mesokarp zusammengesetzt sind.

Für den mikroskopischen Nachweis der Himbeere in Konfitüren und Marmeladen genügt im allgemeinen die Oberhaut der Fruchtwand (Abb. 329). Die Oberhaut besteht aus polygonalen, oft sternförmig angeordneten Zellen, zwischen denen zahlreiche, lange, vielfach gekrümmte, dünnwandige Haare bandartiger Form entspringen.

Das Mesokarp wird aus schwach kollenchymatisch verdickten, sowie vor allem aus großen, dünnwandigen, parenchymatischen Zellen, das Endokarp aus sich kreuzenden Faserzellen gebildet.

Ein weiteres Merkmal geben die den Früchtchen noch ansitzenden Griffel ab (Abb. 330); sie sind bis zu 3 mm lang und haben eine allmählich verbreiterte Basis. Die für die Himbeere charakteristischen Haare finden sich vor allem an der Ansatzstelle, daneben aber sehr vereinzelt auch an den übrigen Teilen des Griffels.

Johannisbeere.

Die roten und weißen Johannisbeersorten sind meist Kulturformen, seltener Bastarde von *Ribes rubrum* L. und *Ribes petraeum* WULF. (Fam. Saxifragaceae), während die schwarze Johannisbeere von *Ribes nigrum* L.

Abb. 330. Griffel der Himbeerfrucht. Vergr. 30fach.

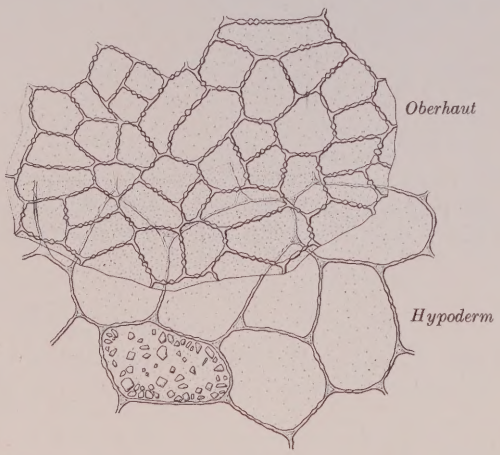


Abb. 331. Oberhaut und Hypoderm der Johannisbeerfrucht (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

stammt. Die kugeligen Früchte sind Beeren mit einem zarten Endokarp aus Steinzellen, stehen also den Steinfrüchten nahe. Die unter der Oberfläche sichtbaren Streifen entsprechen den Gefäßbündeln, die meridianartig von den Blütenresten zum Fruchtstiel verlaufen. Die in jeder Frucht enthaltenen wenigen Samen sind etwa 3 mm groß; sie haben eine etwas unregelmäßige, länglich-kantige Form und eine schleimartige Oberfläche.

Bau der Fruchtwand. Die Oberhaut der Fruchtwand (Abb. 331). besteht aus deutlich getüpfelten, polygonalen Zellen ohne charakteristische Inhaltsstoffe; Spaltöffnungen sind, abgesehen von der Stielansatzstelle, selten. Haare fehlen bei der roten Johannisbeere, deren Oberfläche völlig glatt ist; bei der schwarzen Johannisbeere finden sie sich vereinzelt, vor allem aber sind hier große Drüsenschuppen vorhanden, die aus flachen, schildförmig angeordneten und einem kurzen, mehrzelligen Stiel aufsitzenden Zellkomplexen bestehen.

Unterhalb der Oberhaut liegt ein Hypoderm aus etwas größeren parenchymatischen Zellen, die zum Teil kleine Kalziumoxalatkristalle führen (Abb. 331). Das Mesokarp wird aus wesentlich größeren, bis 450 μ messenden, dünnwandigen Zellen gebildet, die mit Gruppen kleinerer Zellen abwechseln.

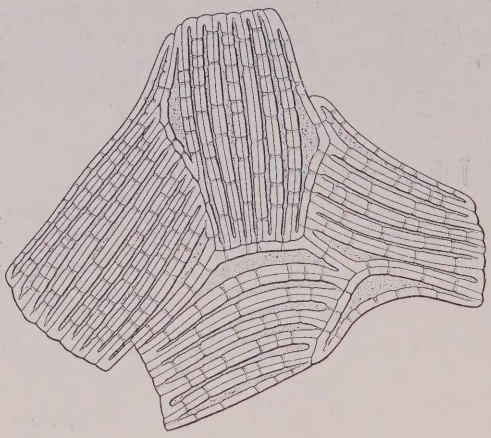


Abb. 332. Endokarp der Johannisbeere. (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Das Endokarp besteht aus deutlich getüpfelten Sklerenchymfasern, deren Länge durchschnittlich etwa 200 μ beträgt. Diese Fasern sind gruppenweise so angeordnet, daß ein parkettartiges Bild zustande kommt (Abb. 332).

Bau des Samens. Die Samenschale (Abb. 333) besitzt eine äußere Epidermis aus großen Schleimzellen. Diese Zellen führen gleichmäßig gelblich-braunen Inhalt und haben teils glatte, teils aber gezackte oder gezahnte Radial-

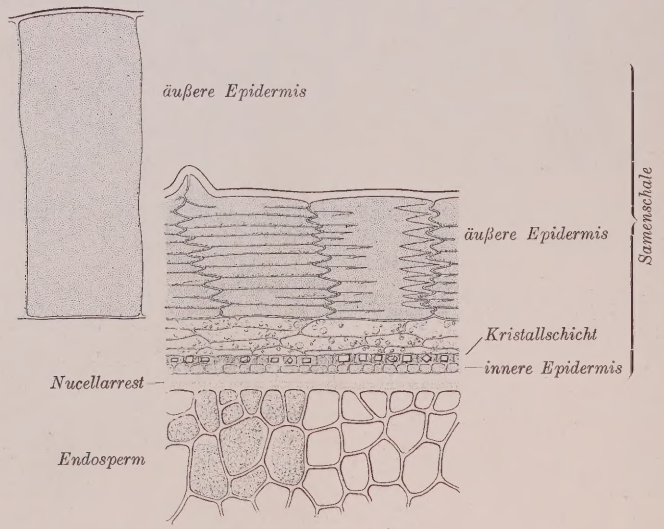


Abb. 333. Querschnitt durch den Samen der Johannisbeere. Vergr. 200fach.

wände; sie bieten vor allem auch in Flächenansichten ein sehr typisches Bild, das infolge der Zackenleisten der Radialwände an Korkgewebe er-

innert (Abb. 334). An die mittleren, wenig charakteristischen Zellagen der Samenschale schließt sich eine Schicht aus sehr kleinen, stark verdickten, braunen Zellen, die je einen monoklinen Kristall führen (Abb. 335). Die innere Epidermis besteht aus gestreckten, dünnen Zellen mit gleichmäßig hellbraunem Inhalt.

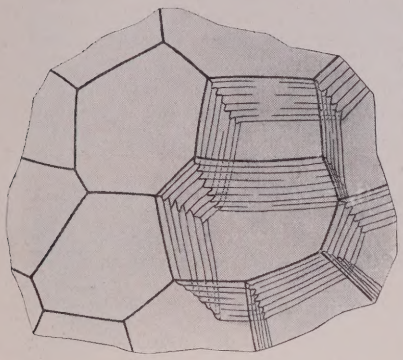


Abb. 334. Schleimepidermis des Johannisbeersamens in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

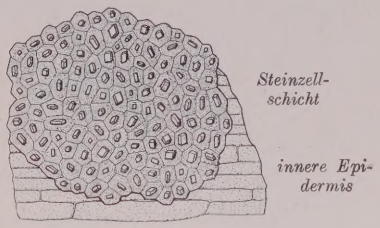


Abb. 335. Steinzellschicht und innere Epidermis der Samenschale der roten Johannisbeere in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die inneren Samenteile werden von einem farblosen Nucellarrest eingeschlossen. Der größte Teil des Samens wird aus dem Endosperm gebildet, dessen parenchymatische Zellen derbe, glatte Wände mit gerundeten Ecken aufweisen. Ihr Inhalt besteht aus Eiweiß und Fett; Stärke fehlt.

Stachelbeere.

Die Stachelbeere (*Ribes grossularia* L., Fam. Saxifragaceae) unterscheidet sich anatomisch in der Hauptsache durch folgende Merkmale von der mit ihr nahe verwandten Johannisbeere:

1. die Oberhaut der Fruchtwand enthält neben den gewöhnlichen Oberhautzellen vereinzelte Steinzellen mit deutlich geschichteten Wänden und Tüpfelkanälen. Bei vielen Stachelbeersorten finden sich außerdem Emergenzen in Form von Stachel- und Drüsenborsten;
2. die Großzellen des Mesokarps sind bei der Stachelbeere noch größer als bei der Johannisbeere;
3. ein besonderes Endokarp ist bei der Stachelbeere im Gegensatz zur Johannisbeere nicht entwickelt;
4. die Schleimepidermis der Samenschale ist bei der Stachelbeere weit stärker entwickelt als bei der Johannisbeere, so daß die Epidermiszellen deutlich palisadenartig gebaut erscheinen.

Im übrigen ist der Bau des Samens genau der gleiche wie bei der Johannisbeere.

VII. Genussmittel.

Kaffee.

Herkunft und Gewinnung.

Der Kaffee des Handels stammt überwiegend von der in den gebirgigen Gegenden des östlichen tropischen Afrika heimischen und heute in den meisten Tropenländern, vor allem Brasilien, angebauten *Coffea arabica* L. (Fam. Rubiaceae). Dort, wo die Kaffeekulturen unter gewissen Schädlingen, insbesondere der zu den Uredineen gehörenden *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. schwer leiden, werden mit Erfolg andere *Coffea*-Arten angebaut, die gegen Parasiten widerstandsfähig sind. Unter diesen Arten hat *Coffea liberica* Bull. eine besondere Bedeutung erlangt, zumal sie an Klima und Boden geringere Ansprüche stellt als *Coffea arabica*; neuerdings hat auch die Kultur der meist unter der Bezeichnung *Coffea robusta* Chev. gehenden *Coffea canephora* var. *Laurentii* de Wild. stark zugenommen. Allerdings ist die Qualität des von den beiden letztgenannten Arten gewonnenen Kaffees geringer als die des arabischen Kaffees.

Die reifen Früchte der strauchartig gehaltenen Kaffeebäume werden mit der Hand gepflückt; die Aufbereitung zur Handelsware erfolgt dann in verschiedener Weise. Bei der nassen Aufbereitung wird zunächst das äußere Fruchtfleisch abgerissen und durch Waschen beseitigt, woran sich die Entfernung der inneren Steinschale durch Schälmaschinen schließt. Bei der trocknen Aufbereitung erfolgt die Entfernung des äußeren, vorher getrockneten Fruchtfleisches und der Steinschale durch Schälmaschinen in einem Arbeitsgang. Von den so gewonnenen Kaffee„bohnen“ wird dann noch die anhaftende Samenschale durch Poliermaschinen beseitigt.

Zum Genuß werden die Kaffeebohnen geröstet, wobei sie unter wesentlicher Abnahme ihres Gewichtes eine schwache Volumenvergrößerung erfahren. Durch den Röstprozeß findet neben der Karamelisierung des in der Kaffeebohne enthaltenen Zuckers die Bildung derjenigen aromatischen Stoffe statt, welche den Kaffee erst zu einem Genußmittel machen.

Kaffeefrucht und Kaffeesame.

Die Kaffeefrucht ist eine Steinfrucht von Aussehen und Größe der Kirsche und meist rotvioletter Farbe. Die Früchte von *Coffea liberica* sind größer, die Früchte von *Coffea robusta* kleiner als diejenigen von *Coffea arabica*. Quer- und Längsschnitte durch die Frucht zeigen eine äußere fleischige Fruchthülle, ein inneres, helles Endokarp von hornartiger Beschaffenheit, das als Pergamentschicht bezeichnet wird, sowie meist zwei Samen (Abb. 336).

Die Samen bestehen zur Hauptsache aus einem hornartigen Endosperm, dessen Ränder nach innen umgeschlagen sind; nach Kochen der Samen läßt sich das Endosperm zu einem plattenförmigen Gebilde aufrollen. An dem einen Ende des Endosperms ist, dem bloßen Auge kaum sichtbar, der kleine Embryo, bestehend aus Würzelchen und Keimblatt, eingesenkt. Der Same ist von einer feinen Samenschale, dem Silberhäutchen, umgeben, das in der Handelsware bis auf die Reste entfernt ist, welche sich in der durch Zusammenfalten der Endospermränder gebildeten Furche befinden. Diese von der Samenschale größtenteils befreiten Samen bilden die „Kaffeebohnen" des Handels (Abb. 337).

Abb. 336. Kaffeefrüchte, links ganze Frucht, Mitte Längsschnitt, rechts Querschnitt. Obere Reihe *Coffea liberica* Bull., untere Reihe *Coffea arabica* L. Nat. Gr.

Abb. 337. Querschnitt durch Kaffeebohne (Handelsware), das gefaltete Endosperm und die eingeschlossenen Reste der Samenschale (Silberhäutchen) zeigend. Vergr. 2fach.

Im allgemeinen kommen in jeder Frucht zwei Samen zur Entwicklung, die gegeneinander abgeflacht sind. Im „Perlkaffee" ist nur ein Same entwickelt, der dann statt der gewöhnlichen plankonvexen Form eine

1 2 3

Abb. 338. Kaffeebohnen (Handelsware). 1 *Coffea arabica*, 2 *Coffea liberica*, 3 *Coffea robusta*. Obere Reihe Bauchansicht, untere Reihe Rückenansicht. Nat. Gr.

rundliche Gestalt hat; die höhere Bewertung solcher Kaffeebohnen erfolgt zu Unrecht.

Die Samen von *Coffea liberica* und *C. robusta* unterscheiden sich äußerlich deutlich von *Coffea arabica* (Abb. 338). Bohnen von *Coffea liberica* sind

größer, unregelmäßiger und flacher als arabischer Kaffee, auch sitzen bei dem Liberiakaffee dem Endosperm vielfach noch Reste der hier fester anhaftenden Samenschale auf; diese ist hier im Vergleich zu der feinen silberigen Samenschale von *Coffea arabica*, die den Namen „Silberhäutchen" mit Recht trägt, derber und mehr bräunlich.

Die Samen von *Coffea robusta* sind kleiner und nicht so ausgesprochen plankonvex wie beim arabischen Kaffee, allerdings auch nicht ganz kugelförmig; die Bauchnaht ist tiefer, die Samenschale ähnelt in Farbe und Konsistenz der des Liberiakaffees.

Der mikroskopische Bau der Kaffeebohne.

Die Kaffeebohnen des Handels bestehen aus dem großen gefalteten Endosperm mit anhaftenden Resten der Samenschale und einem winzig kleinen Keimling.

Querschnitte durch das Endosperm, die zweckmäßig aus aufgequollenen und dann in Alkohol + Glyzerin eingelegten Samen hergestellt werden, zeigen unter einer mäßig entwickelten Cuticula zunächst annähernd isodiametrische, kleine ungetüpfelte Zellen; die tiefer liegenden Zellen sind größer, leicht radial gestreckt und in charakteristischer Weise getüpfelt (Abb. 339). Die Wände sehen im Querschnitt perlschnurförmig bis knotig verdickt aus; in der Flächenansicht haben die Tüpfel eine ovale, leicht breitgezogene Form und auffallende Größe. Mit Schwefelsäure und Jod geben die Membranen Blaufärbung, sie bestehen also aus Zellulose.

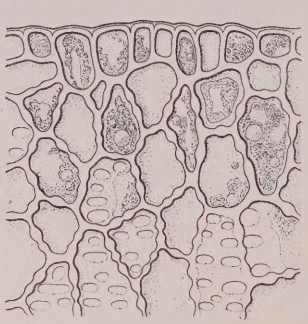


Abb. 339. Querschnitt durch den Randteil des Endosperms von *Coffea arabica* L. Vergr. 200fach.

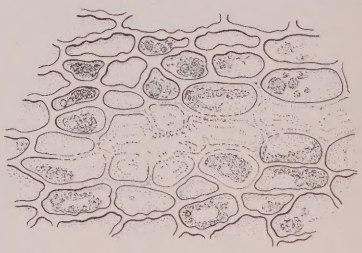


Abb. 340. Querschnitt durch den mittleren Teil des Kaffee-Endosperms mit verschleimten Zellen. Vergr. 200fach.

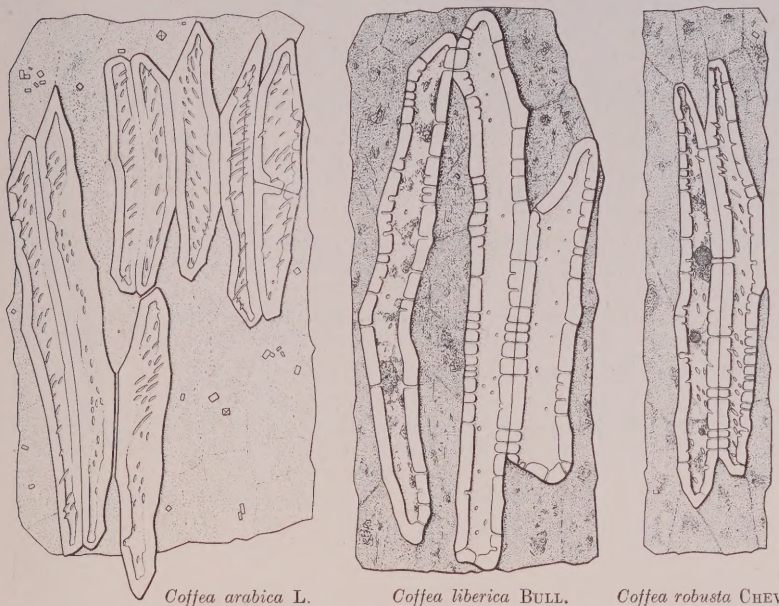
Der Inhalt der Zellen wird vor allem aus kleinkörnigem Eiweiß und aus Fettkugeln gebildet; weitere Inhaltsstoffe sind Saccharose, Gerbsäure und Koffein. Die Rotfärbung des Inhaltes bei Behandlung mit Schwefelsäure beruht auf der gleichzeitigen Anwesenheit von Zucker und Eiweiß. Stärke fehlt; Jodlösung färbt Inhalt und Membranen gelb.

Querschnitte durch den mittleren Teil des Endosperms, der sich mit bloßem Auge durch seine durchscheinend graublaue Farbe von dem übrigen Gewebe unterscheidet, zeigen in Auflösung begriffene oder schon gänzlich aufgelöste Zellkomplexe (Abb. 340).

Wesentliche Unterschiede im Bau des Endosperms liegen bei den verschiedenen *Coffea*-Arten nicht vor.

Gegenüber dem massigen Endosperm der Kaffeebohne tritt der winzige, aus kleinen, Eiweiß und Öl führenden Zellen aufgebaute Keimling gänzlich zurück; diagnostischen Wert besitzt das Gewebe des Embryos nicht.

Die Samenschale oder das sogenannte Silberhäutchen wird beim „Polieren" des Kaffees bis auf den in der Bauchnaht des Endosperms liegenden Teil entfernt. Fetzen des Silberhäutchens ragen aus dem Bauchspalt hervor; nach Kochen der Samen läßt sich, wie bereits erwähnt, das Endosperm aufrollen und damit das noch eingeschlossene Silberhäutchen freilegen. Dasselbe weist charakteristischen Bau auf und ist diagnostisch sehr wichtig. Neben Wasserpräparaten empfehlen sich zur Untersuchung Präparate in Phloroglucin + Salzsäure.

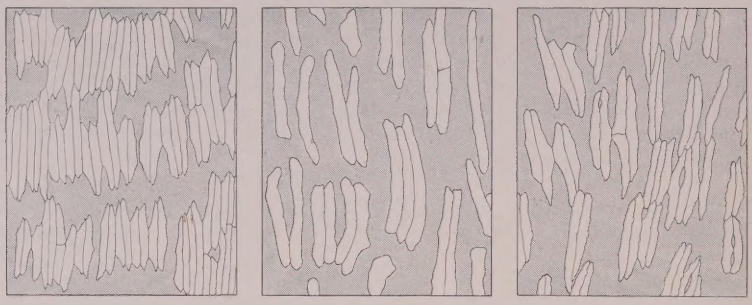


Coffea arabica L. *Coffea liberica* Bull. *Coffea robusta* Chev.

Abb. 341. Steinzellen der Kaffeesamenschale (Silberhäutchen). Vergr. 200fach.

Das Silberhäutchen ist ein mehrschichtiges, dünnes Häutchen, das zur Hauptsache aus zarten, parenchymatischen und völlig zerdrückten Zellen gebildet wird, die kaum noch Einzelheiten erkennen lassen. In die Außenschicht des Häutchens eingebettet liegen gruppenweise vereinigt eigenartige Steinzellen gestreckter Form mit getüpfelten Wänden, die mit Phloroglucin + Salzsäure Rotfärbung zeigen (Abb. 341). Diese Sklereiden der Samenschale geben ein diagnostisch sehr wichtiges Merkmal für Kaffee und gestatten darüber hinaus im Verein mit den sonstigen Merkmalen des Silberhäutchens eine Unterscheidung von *Coffea arabica*, *C. liberica* und *C. robusta*. Die Unterschiede und Merkmale sind im folgenden zusammengestellt, wobei gleichzeitig auf die in Abb. 341 wiedergegebenen mikroskopischen Bilder und die schematische Darstellung der Sklereidenverteilung bei den drei erwähnten *Coffea*-Arten in Abb. 342

verwiesen sei. Betont sei noch, daß die auf die Form der Sklereiden bezüglichen Unterschiede zwischen den einzelnen *Coffea*-Arten nicht an allen Stellen des Silberhäutchens gleich deutlich ausgeprägt sind, indem vor allem



Coffea arabica L. *Coffea liberica* Bull. *Coffea robusta* Chev.

Abb. 342. Uebersichtsbild der Steinzellenanordnung in der Kaffeesamenschale (Silberhäutchen). Vergr. 50fach.

an der Basis des Samens neben den charakteristischen gestreckten Zellen auch ganz unregelmäßig gestaltete und fast isodiametrische Sklereiden auftreten.

Die für die einzelnen *Coffea*-Arten charakteristischen Merkmale der Samenschale sind in der folgenden Tabelle in übersichtlicher Form zusammengestellt.

Zusammenstellung der Unterschiede des Silberhäutchens von *Coffea arabica*, *Coffea liberica* und *Coffea robusta*.

	Coffea arabica	*Coffea liberica*	*Coffea robusta*
Äußeres Bild des Silberhäutchens	fein, silberig glänzend	derb, mehr oder minder gelbbräunlich	derb, mehr oder minder gelbbräunlich
Mikroskopisches Aussehen des Silberhäutchens	farblos, durchsichtig, ungefärbt	weniger durchsichtig, meist gelbbraun	weniger durchsichtig, meist gelbbraun
Vorkommen von Kristallen in den obliterierten parenchymatischen Zellen des Silberhäutchens	Kristalle vorhanden und leicht nachweisbar	Kristalle fehlend oder schwer auffindbar	Kristalle fehlend oder schwer auffindbar
Form und Größe der Steinzellen	zierlich, Enden der Zellen oft zugespitzt	derb und groß, Enden der Zellen abgerundet	schmal und schlank, Enden der Zellen gerundet oder kantig
Verteilung der Steinzellen	zu großen Gruppen vereinigt, oft breite Bänder bildend	in kleinen Gruppen zu 2 oder 3 Zellen regellos verstreut	in kleinen Gruppen unregelmäßig zusammenhängend
Membrankonturen der Steinzellen	oft keine scharfe Grenze zwischen Zellwand und Zellumen	Zellwand gegen Zellumen stets scharf abgesetzt	Zellwand gegen Zellumen stets scharf abgesetzt

	Coffea arabica	*Coffea liberica*	*Coffea robusta*
Tüpfelung der Seitenwände der Steinzellen	oft fehlend oder undeutlich	stets reichlich und deutlich sichtbar	stets reichlich und deutlich sichtbar
Tüpfelung der Rükkenwand der Steinzellen	stark getüpfelt, Tüpfel überwiegend spaltförmig	wenig getüpfelt, Tüpfel klein und rundlich	stark getüpfelt, Tüpfel groß und meist länglich, aber nicht ausgesprochen spaltenförmig
Inhaltsstoffe der Steinzellen	fehlen	desorganisierte Inhaltsstoffe häufig	desorganisierte Inhaltsstoffe häufig

Untersuchung des Kaffeepulvers.

Bei der Untersuchung gerösteten Kaffees ist zu berücksichtigen, daß die Gewebeelemente durch den Röstprozeß verändert, vor allem weitgehend undurchsichtig geworden sind. Die Untersuchungsproben müssen daher zunächst einige Tage durch Einlegen in Ammoniak triplex oder in Chloralhydrat aufgehellt und dann in diesen Flüssigkeiten untersucht werden. In der Wirkung besser und im Gebrauch bequemer als diese älteren Aufhellungsmethoden ist Wasserstoffsuperoxyd, das im Hamburger Institut für angewandte Botanik ausschließlich benutzt wird; die Bleichung ist vollständig und vollzieht sich bereits in wenigen Stunden. Die Anwendung erfolgt in der Weise, daß zu dem mit Wasser verrührten Material einige Tropfen des konzentrierten Perhydrols sowie einige Tropfen Ammoniak zugegeben werden.

Neben Präparaten in Aufhellungsmitteln empfehlen sich auch solche in wässeriger Jodlösung zum Nachweis von etwa vorhandener Stärke und in Phloroglucin + Salzsäure zum leichteren Erkennen verholzter Gewebeelemente. Um ein glattes Auflegen des Deckgläschens zu ermöglichen und die Durchsichtigkeit zu verbessern, muß das Kaffeepulver vorher im Mörser zu einem gleichmäßig feinen Grieß zerkleinert sein.

Reiner Kaffee besteht, abgesehen von dem an Menge unbedeutenden Keimlingsgewebe, nur aus Endospermteilen und Resten des Silberhäutchens. Die Wände der Endospermzellen sind im gerösteten Kaffee an ihrer Form und ihrem eigentümlichen Glanz auch in kleinen Bruchstücken zu erkennen; der Zellinhalt ist vor allem durch farblose, glänzende Ölkugeln charakterisiert. Ebenso lassen sich die Bestandteile des Silberhäutchens eindeutig feststellen. Der bloße Nachweis des Silberhäutchens genügt übrigens nicht für die Bestimmung des Kaffees, da die Möglichkeit besteht, daß die beim Polieren der Kaffeesamen massenhaft abfallenden Samenschalen einem Kaffeesurrogat absichtlich beigefügt sind. Aus diesem Grunde muß gefordert werden, daß jedes prüfbare Fragment den typischen Bau der Endospermzellen aufweist, soweit es nicht als Bestandteil des Silberhäutchens erkennbar ist.

Bei dem hohen Preis des Kaffees und seinem starken Verbrauch ist es verständlich, daß kein anderes Genußmittel so häufig verfälscht oder durch Surrogate ersetzt wird wie gerade der Kaffee. Die mikroskopische Untersuchung der Surrogate wird in der gleichen Weise vorgenommen, wie sie im Vorstehenden für echten Kaffee beschrieben ist. Das Material wird zunächst zerkleinert, aufgehellt und dann erst geprüft. Bezüglich der Einzelheiten bei dem Nachweis von Kaffeesurrogaten sei auf die folgenden Abschnitte verwiesen.

Kaffeesurrogate.

Sultan- oder Sakka-Kaffee.

Die in großen Mengen bei der Aufbereitung der Kaffeebohnen abfallenden Fruchtschalen sind als Sultan- oder Sakkakaffee in den Handel gekommen. Der Hauptbestandteil dieses schwach koffeinhaltigen Surrogates wird aus großen, parenchymatischen Zellen gebildet, die teilweise Oxalatkristalle oder Kristallsand führen. Dazwischen verlaufen kleine Leitbündel mit vereinzelten begleitenden Faserzellen. Diagnostisch wichtig sind die Oberhaut der Kaffeefrucht, sowie vor allem, soweit vorhanden, die Steinzellschichten des Endokarps.

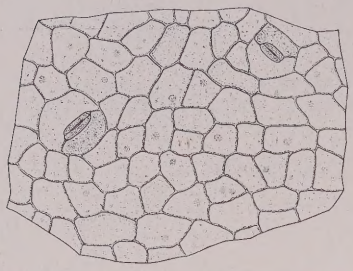


Abb. 343. Oberhaut der Kaffeefrucht in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die Oberhaut besteht aus kleinen, parenchymatischen Zellen, in welche in weitem Abstand vereinzelte Spaltöffnungen eingestreut sind, die an den ungleich ausgebildeten Nebenzellen schief aufgehängt erscheinen (Abb. 343).

Das Endokarp der Kaffeefrucht, meist als Pergamentschicht bezeichnet, wird aus dickwandigen, gruppenweis angeordneten und verschlungenen oder sich kreuzenden Sklerenchymfasern gebildet, die ein sehr charakteristisches Bild bieten (Abb. 344).

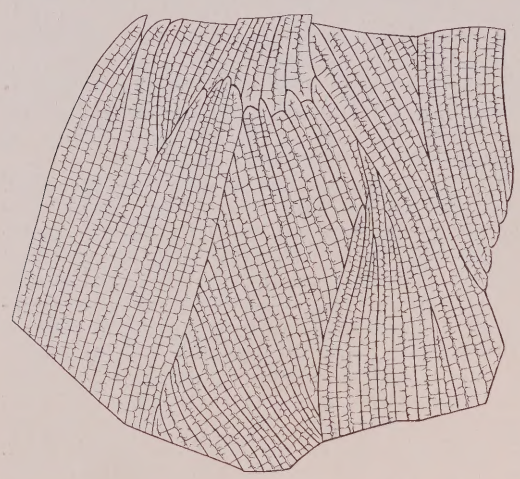


Abb. 344. Endokarp (Pergamentschicht) der Kaffeefrucht (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Zichorienkaffee.

Seit der Mitte des 18. Jahrhunderts werden die fleischigen Wurzeln der Wegwarte, *Cichorium Intybus* L. (Fam. Compositae), als Kaffeesurrogat verwendet, die dadurch von einem Unkraut zu einer wichtigen Kulturpflanze geworden ist. Zur Herstellung des Zichorienkaffees werden die im Herbst geernteten Wurzeln gereinigt, zerschnitten, getrocknet und geröstet. Das nach dem Rösten erhaltene Produkt wird gemahlen, in geeigneter Weise ganz schwach mit Wasser versetzt und zu den Zichorienstangen des Handels zusammengepreßt.

Während die Wurzeln der wilden Wegwarte verhältnismäßig dünn und holzig sind, haben die Wurzeln der angebauten Kulturformen einen weit größeren, mehrere Zentimeter betragenden Durchmesser und fleischige Struktur. Auf dem Querschnitt (Abb. 345) zeigen solche Wurzeln innen einen gelblichen, aus lockeren Holzelementen und stark entwickeltem, farblosem Markstrahlparenchym aufgebauten „Holz"körper, der von einer breiten, farblosen „Rinde" eingeschlossen ist. Der zwischen Holzkörper und Rinde befindliche Kambiumring verläuft in der Form einer unregelmäßig gebuchteten Linie. Die innerhalb des Kambiums liegenden Teile entsprechen dem sekundären Holz, die außerhalb liegenden Gewebe dem sekundären Bastteil, wenn wir von den ganz innen liegenden primären Gefäßen und den in die äußere Rinde gedrängten primären Siebteilen absehen. Die feine radiale Streifung des gesamten Wurzelquerschnittes wird durch die zahlreichen, strahlenförmig von innen nach außen laufenden Markstrahlelemente bedingt. Die Oberfläche der Wurzel wird durch einen dünnen, braunen Korküberzug gebildet.

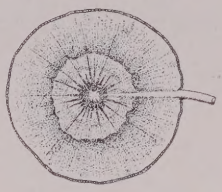


Abb. 345. Cichorienwurzel, quer geschnitten, mit Seitenwurzel. Nat. Gr.

Quer- und Längsschnitte durch den „Holzkörper" zeigen, daß dieser seine Bezeichnung deshalb nicht ganz verdient, weil er hauptsächlich aus parenchymatischen Zellen besteht, in welche die Gefäße, einzeln oder zu kleinen Gruppen vereinigt, eingestreut sind. Die Größe der Gefäße nimmt

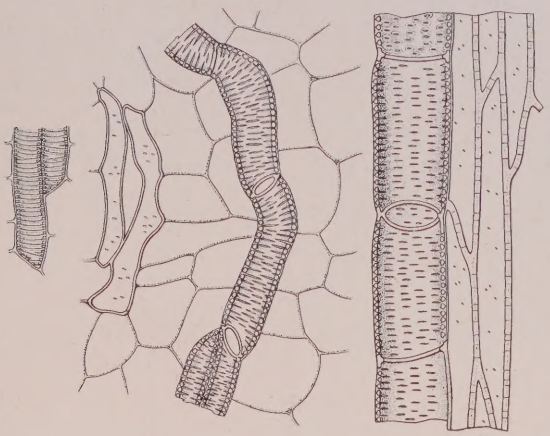


Abb. 346. Gefäße der Zichorienwurzel in Längsschnitten durch die Wurzel. Links enge Gefäße aus der Mitte der Wurzel, rechts weite Gefäße mit begleitenden Holzfasern aus der Nähe des Kambiums. Vergr. 200fach.

von innen nach außen zu (Abb. 346). Die inneren, kleineren Gefäße haben quergezogene Tüpfel oder leitersprossenähnliche Verdickungen; die äußeren Gefäße sind größer und haben zahlreiche kleine Spaltentüpfel, die zuweilen behöft sind. Die Länge der einzelnen Glieder ist bei den engen Gefäßen bedeutender als bei den weiten, die daher auffallend kurzgliedrig scheinen. Die einzelnen Gefäßglieder sind scharf abgegrenzt und mit weiter, gerader

Öffnung aneinander gefügt. Die parenchymatischen Gewebe des Holzteiles enthalten vereinzelt eigenartig geformte, schwach verdickte, längere Zellen (Abb. 346, links). In Begleitung der großen Gefäße treten Holzfasern mit kleinen, spaltenförmigen Tüpfeln auf.

Das Kambium ist stark entwickelt und besteht aus schmalen, dünnwandigen, langgestreckt rechteckigen Zellen.

Die zum überwiegenden Teil als sekundärer Bastteil anzusprechende „Rinde" enthält keine verholzten oder verdickten Zellelemente, sondern besteht aus parenchymatischen Zellen, Siebröhren mit Geleitzellen, sowie aus zusammengesetzten Milchsaftgefäßen, die zahlreiche Anastomosen aufweisen; ihre Wände sind schwach und unregelmäßig verdickt, der Inhalt ist grobkörnig (Abb. 347).

Nach außen wird die Wurzel von einem einfachen Korkgewebe aus braunwandigen Zellen parenchymatischer Bauart abgeschlossen (Abb. 348).

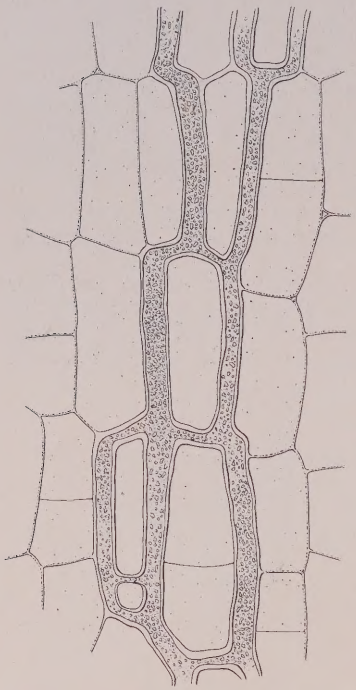


Abb. 347. Milchsaftröhren aus der Rinde der Zichorienwurzel im Längsschnitt. Vergr. 200fach.

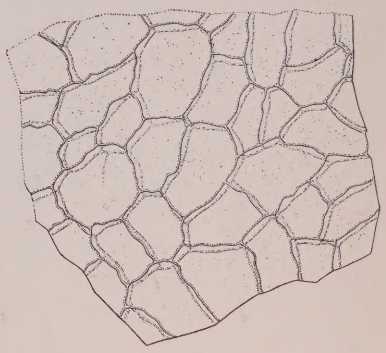


Abb. 348. Korkgewebe der Zichorienwurzel (Flächenschnitt). Vergr. 200fach.

Alle im vorstehenden aufgeführten Elemente sind im Zichorienkaffee enthalten. Ihr Nachweis ist hier allerdings im Hinblick auf die beim Rösten eingetretenen Veränderungen weniger einfach. Das Aufhellen der stark gebräunten Gewebeelemente erfolgt in der oben für Kaffee angegebenen Weise oder durch Kochen in schwacher Lauge. Diagnostisch wichtig sind vor allem die kurzgliedrigen, mit Spalttüpfeln versehenen und in ihren Teilen scharf abgesetzten Gefäße, die als Begleiter weiter Gefäße vorkommenden, schwach verdickten Holzfasern, die in Jodpräparaten oder durch Färbung mit Safranin nachzuweisenden anastomosierenden Milchröhren, sowie das parenchymatische Korkgewebe.

Zichorienkaffee ist wohl das wichtigste und verbreitetste Kaffeesurrogat; er wird vielfach vor allem durch Rübenzusatz gestreckt oder verfälscht.

Rübenkaffee.

An Stelle der Zichorienwurzel und als minderwertiger Zusatz zu Zichorienkaffee finden vielfach die großen, fleischigen Wurzeln der Zuckerrübe und der Runkelrübe (*Beta vulgaris* L., Fam. Chenopodiaceae) Verwendung. Die Herstellung des Rübenkaffees, der infolge seines Zuckergehaltes Feuchtigkeit leichter anzieht, ist die gleiche wie beim Zichorienkaffee.

Auch die Rübenwurzel besteht zur Hauptsache aus parenchymatischen Gewebeelementen; im übrigen aber ist der anatomische Aufbau ganz verschieden. An Stelle des einen Kambiumringes der Zichorie liegen bei der Rübe eine ganze Anzahl konzentrischer Kambiumringe vor, die unabhängig voneinander jeder für sich arbeiten und, abgesehen von breiten Füllmassen parenchymatischen Gewebes, nach innen Gefäßteile, nach außen Siebteile bilden. Querschnitte durch die Rübenwurzel, die zweckmäßig in Phloroglucin + Salzsäure untersucht werden, zeigen die von jedem Kambiumring gebildeten, schmalen Gefäß- und Siebteile abwechselnd mit parenchymatischem Grundgewebe.

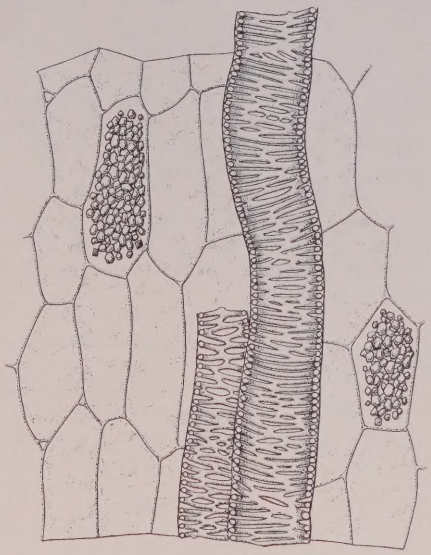


Abb. 349. Gefäße und Kristallzellen der Rübe. (Längsschnitt.) Vergr. 200fach.

Die nähere Untersuchung der diagnostisch wichtigen Gefäße erfolgt am besten auf radialen Längsschnitten (Abb. 349). Die Gefäße sind meist groß, derbwandig und haben verhältnismäßig lange, undeutlich abgesetzte Glieder mit netzspaltig verdickten Wänden; die kleinen Primärgefäße haben spiralige Verdickungen. Die Längsschnitte zeigen gleichzeitig als weiteres wichtiges Merkmal des Rübengewebes das Auftreten von grobem Kristallsand in den parenchymatischen Grundgewebezellen.

Die Unterscheidung von Rüben- und Zichorienkaffee erfolgt also auf Grund folgender Merkmale:

Rübenkaffee: überwiegend derbe Gefäße aus langen, undeutlich abgesetzten Gefäßgliedern mit netzspaltig getüpfelten Wänden. Kleine Primärgefäße mit spiraligen Verdickungsleisten.
Auftreten von grobem Kristallsand im Grundparenchym.
Fehlen von Milchröhren.
Korkgewebe aus oft leiterförmig angeordneten Zellen (Flächenansicht).
Zichorienkaffee: Gefäße aus scharf abgesetzten, vor allem bei den weiten Gefäßen kurzen Gliedern mit zahlreichen Spalttüpfeln; die kleinen Gefäße mit netzspaltigen Wänden.
Vorkommen von Milchröhren.
Fehlen von Kristallsand im Parenchym.

Trotz dieser klaren Unterschiede gehört der Nachweis der Rüben im Zichorienkaffee zu den schwierigeren Aufgaben; er kann nur dann sicher

geführt werden, wenn man sich in längerer Praxis mit den Unterschieden zwischen Rübe und Zichorie bis in alle Einzelheiten vertraut gemacht hat.

Getreidekaffee.

Die gerösteten Früchte mehrerer Getreidearten liefern den Getreidekaffee, der teils rein, teils in Gemisch mit echtem Kaffee oder anderen Kaffeesurrogaten im Handel ist. Hauptsächlich finden Gerste und Roggen, daneben Weizen und Mais zur Herstellung von Getreidekaffee Verwendung.

Mikroskopisch ist Getreidekaffee an dem hohen Stärkegehalt zu erkennen. Da die Stärkekörner aber vor allem durch das Rösten stark verändert sind, muß die endgültige Bestimmung durch den Nachweis der für Getreide wichtigen Gewebeelemente erfolgen. Es empfiehlt sich, die Bodensatzprobe (vgl. S. 10) anzuwenden und die nach Kochen in verdünnter Salzsäure erhaltenen Gewebeteile in Chloralhydrat oder Wasserstoffsuperoxyd aufzuhellen und zu untersuchen. Bei Roggen und Weizen ist auf Haare sowie auf Längs- und Querzellen, bei Gerste vor allem auf Spelzenbestandteile zu achten; bei Mais sind Fruchtwandelemente seltener anzutreffen. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf die früheren Ausführungen im II. Abschnitt verwiesen.

Leguminosenkaffee.

Lupinenkaffee.

Als Kaffee-Ersatzmittel kommen in erster Linie die Samen der blauen Lupine (*Lupinus angustifolius* L., Fam. Leguminosae), daneben die der gelben (*L. luteus* L.) und seltener die der weißen Lupine (*L. alba* L.) in Betracht (Abb. 350). Die kleinen, flach-nierenförmigen Samen der gelben Lupine sind auf weißlichem Grunde schwarz gefleckt; die blaue Lupine hat etwas größere und rundliche, schmutzig gefleckte Samen, während die hellen Samen der weißen Lupine eine scheibenförmige Gestalt mit eingedrückten Seitenwänden besitzen.

a b c

Abb. 350. Lupinensamen. a *Lupinus luteus* L., b *Lupinus angustifolius* L., c *Lupinus albus* L. Nat. Gr.

Alle Lupinen weisen die für Leguminosen typischen Bauverhältnisse der Samenschale und des Keimlings auf. Die Samenschale zeigt von außen nach innen Palisadenschicht, Trägerzellen und inneres Gewebe, während die Masse des Keimlings überwiegend aus den beiden großen Kotyledonen gebildet wird.

Querschnitte durch die Samenschale der verschiedenen Lupinenarten zeigen, daß die Palisadenzellen S-förmig gekrümmt sind (Abb. 351 bis 353). Bei der blauen und der weißen Lupine beginnt die Krümmung in der mittleren Höhe der Palisadenzellen, bei der gelben Lupine im unteren Drittel. Stets ist der äußere gerade Teil der Palisaden englumig und besonders stark verdickt. Die Palisaden der blauen Lupine sind höher (140—150 μ) als die der weißen (90—100 μ) und im unteren Teil durch braunen Inhalt und spiralige Membranstreifung ausgezeichnet. Die 140—150 μ hohen

Palisaden der gelben Lupine weisen im unteren, gebogenen Drittel ebenfalls braunen Zellinhalt auf.

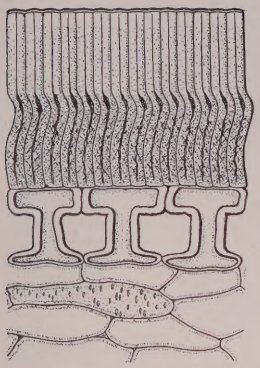


Abb. 351. Querschnitt durch den Randteil der Samenschale der blauen Lupine. Vergr. 200fach.

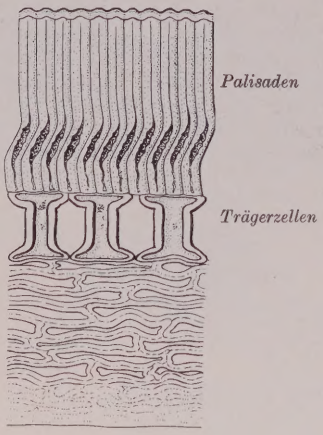


Abb. 352. Querschnitt durch die Samenschale der gelben Lupine. Vergr. 200fach.

Die Trägerzellen sind garnspulenförmig und bei der blauen Lupine besonders kräftig entwickelt. Die darunter liegenden inneren Zellschichten der Samenschale sind bei der blauen Lupine undeutlich verdickt und getüpfelt, bei der weißen und gelben Lupine stark zusammengedrückt oder kollabiert.

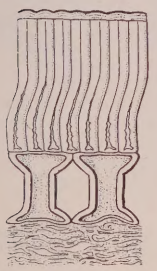


Abb. 353. Querschnitt durch den äußeren Randteil der Samenschale der weißen Lupine. Vergr. 200fach.

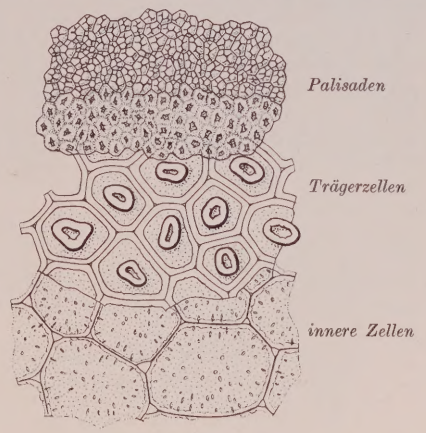


Abb. 354. Samenschalenelemente der blauen Lupine in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Flächenschnitte (Abb. 354) zeigen die Palisaden als kleine, polygonale, je nach der Einstellung eng- oder weitlumige Zellen, darunter die charakteristischen Trägerzellen mit sehr kleinen Interzellularen, bei noch tieferer Einstellung die inneren, bei der blauen Lupine fein getüpfelten Zellagen der Samenschale.

Die Oberhaut der Kotyledonen besteht aus kleinen isodiametrischen Zellen, die bei der gelben und blauen Lupine fein getüpfelt scheinen. Das innere Kotyledonargewebe (Abb. 355) ist bei allen Lupinensamen sehr reich an großen Interzellularen; die Wände der Zellen sind dort, wo sie an die Interzellularen stoßen, stark verdickt, an den gegenseitigen Berührungsflächen der Zellen selbst dünnwandiger und hier perlschnurartig getüpfelt. So ergeben sich „Tüpfelfelder" zwischen dickwandigen, oft kollenchymatisch scheinenden Membranteilen. Der Inhalt der Kotyledonarzellen besteht aus Aleuronkörnern, Plasma und geringen Mengen Öl, während Stärke fehlt.

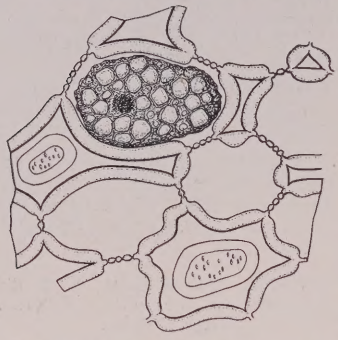


Abb. 355. Kotyledonarzellen der blauen Lupine. Vergr. 200fach

Im Lupinenkaffee, also im gerösteten Zustande, sind die Elemente der Lupinensamen stark gebräunt und zum Teil erheblich verändert. Um gute Bilder zu erhalten, empfiehlt es sich auch hier, die genügend zerkleinerte Probe mit den oben angegebenen Aufhellungsmitteln zu behandeln und in diesen zu betrachten. Die Prüfung auf Stärkefreiheit erfolgt ohne Vorbehandlung in Wasserpräparaten unter Zusatz wässeriger Jodlösung.

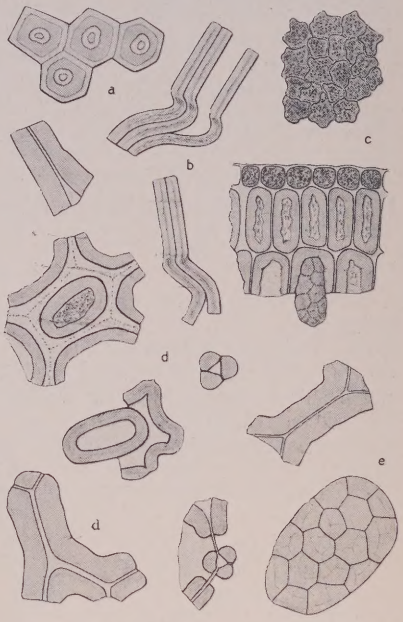


Abb. 356. Elemente des Lupinenkaffees. a Trägerzellen, b Palisaden, c Oberhaut und Randteil des Keimblattes, d Bruchstücke des Kotyledonargewebes, e verquollener Inhalt einer Kotyledonarzelle. Vergr. 200fach.

Lupinenkaffee wird an folgenden Merkmalen festgestellt (Abb. 356):

1. Palisadenzellen mit doppelter (S-förmiger) Krümmung.
2. Oberhautgewebe der Kotyledonen, charakterisiert durch kleine polygonale Zellen mit undeutlichen hellen Wänden und feinkörnigem, rotbraunen Inhalt.
3. Bruchstücke des inneren Kotyledonargewebes, das aber durch den Röstprozeß wesentlich verändert ist. Der eigentliche Zellbau ist meist nicht mehr zu erkennen; statt dessen finden sich rotbraune, oft längliche Fragmente, die meist von helleren Streifen unterbrochen oder an solche angelagert sind. Die rotbraunen, zuweilen deutlich gefelderten Massen entsprechen dem Zellinhalt, die hellen Streifen oder Klumpen den Zellwänden. Diese Zellwandstücke sind im Gegensatz zu den Membranteilen des Kaffee-Endosperms glanzlos und lassen auch die für echten Kaffee typische Tüpfelung vermissen; dafür zeigen sie im Innern bei genauer Betrachtung die früheren Intercellularräume als helle Streifen oder Kanäle. Oft gelingt es auch noch, die charakteristischen Verdickungsformen kollenchymatischer Art, insbesondere kleeblattartig aussehende Eckstücke aufzufinden.

Erbsen- und Wickenkaffee.

Neben der Lupine finden die gerösteten Samen der Erbse, der Gemüseplatterbse, der Kichererbse und der Wicke als Kaffeesurrogate Verwendung. Von der Lupine unterscheiden sie sich durch das Vorhandensein von Stärkekörnern, während der Bau der Samenschale und der Kotyledonargewebe ohne weiteres das Vorliegen von Leguminosen anzeigt. Bezüglich der besonderen Unterscheidungsmerkmale, vor allem der Verschiedenheiten der Palisaden- und Trägerzellenschicht muß auf die früheren Ausführungen verwiesen werden (Erbse S. 72, Gemüseplatterbse S. 88, Kichererbse S. 87, Wicke S. 55).

Kaffeestragel.

Der im Mittelmeergebiet heimische Kaffeestragel, *Astragalus baëticus* L., enthält in den dreikantigen Hülsen kleine Samen, die in verschiedenen europäischen Ländern als Kaffee-Ersatz Verwendung finden. Die Samen sind 5—6 mm lang, flach, abgebrochen nierenförmig, mit einer scharfen Einbuchtung auf einer Seite (Abb. 357); die Farbe ist ein helles Graubraun.

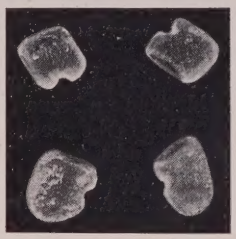


Abb. 357. Samen des Kaffeestragels. Vergr. 2fach.

Die Samenschale zeigt außen eine aus 2—3fach geknickten Palisadenzellen bestehende Epidermis, darunter spulenförmige Trägerzellen mit deutlicher Rippung (Abb. 358); besonders charakteristisch ist die Flächenansicht der Trägerzellenschicht. An den Kanten der Samen ist das unterhalb der Trägerzellen befindliche Gewebe der Samenschale außerordentlich stark entwickelt; die hier liegenden Zellen weisen ebenfalls deutliche Rippung auf.

Das Innere des Samens wird aus einem fast völlig verschleimten Endosperm und einem flachen, stärkefreien Embryo gebildet. Einzelheiten des

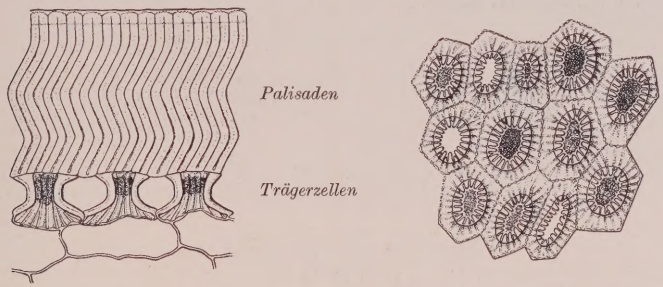


Abb. 358. Samenschale des Stragelsamens. Links: Querschnitt durch Randteile der Samenschale, rechts: Trägerzellen in Flächenansicht.

Vergr. 200fach.

Endosperms sind, abgesehen von der außen aufliegenden Aleuronschicht aus kleinen polygonalen Zellen (Abb. 359), nicht zu erkennen.

Sojabohnenkaffee.

Das Vorliegen von Sojabohnen im Kaffee wird an den Bestandteilen der Samenschale, insbesondere den hohen Trägerzellen, erkannt; die Kotyledonargewebe der Sojabohne sind meist stärkefrei. Bezüglich Einzelheiten sei auf S. 122 verwiesen.

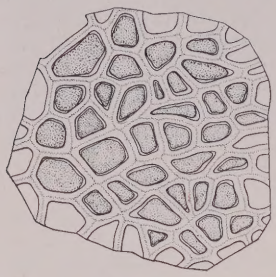


Abb. 359. Aleuronschicht des Endosperms des Stragelsamens in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Erdnusskaffee.

Charakteristisch für Erdnuß sind vor allem das Vorhandensein kleiner, kugeliger Stärkekörner in den Kotyledonarzellen und die zackig getüpfelte Oberhaut der Samenschale. Die sonstigen Merkmale sind auf S. 124 beschrieben.

Sudankaffee.

Die Samen der in Afrika beheimateten *Parkia africana* R. Br. finden als Sudankaffee Verwendung. Sie haben unregelmäßig eiförmigen Umriß und eine tiefbraunschwarze, glänzende Oberfläche (Abb. 360) und sind im Querschnitt flach oval.

Die derbe Samenschale besitzt außen eine hohe Palisadenschicht aus schmalen Zellen, deren äußeres, farbloses Drittel sich scharf von dem inneren, gelblichen Teil abhebt. Die darunter liegenden Trägerzellen gehen in eine vielzellige Schicht aus verhältnismäßig derbwandigen, mit braunem Inhalt gefüllten Zellen über (Abb. 361).

Das Innere des Samens wird fast ganz aus den beiden Keimblättern gebildet, deren Zellen sehr dünnwandig sind und außer eiweißartigen Stoffen reichlich Fett führen.

Abb. 360. Same von *Parkia africana* R. Br. Nat. Gr.

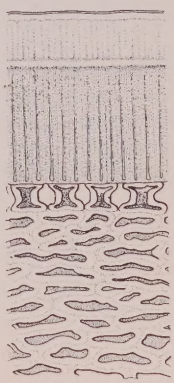


Abb. 361. Querschnitt durch die Samenschale von *Parkia africana* R. Br. Vergr. 200fach.

Mogdad- oder Negerkaffee.

Die Samen von *Cassia occidentalis* L. finden als Mogdad- oder Negerkaffee in den verschiedensten Tropenländern Verwendung. Sie sind klein, etwa 4—5 mm lang, abgeflacht, von eiförmig zugespitzter Gestalt und hell graubrauner Farbe (Abb. 362). Von den meisten anderen Leguminosensamen unterscheiden sie sich dadurch, daß der aus 2 Kotyledonen bestehende Embryo in ein deutlich entwickeltes Endosperm eingebettet ist.

Die Samenschale besteht aus Palisadenschicht, Trägerzellen und inneren Zellschichten. Die Palisadenzellen verschleimen bei Wasserzutritt im äußeren Teil und lösen sich leicht voneinander, so daß neben zusammenhängenden Stücken die verquollenen Außenschichten als farblose, gefelderte Massen und Gruppen stäbchenförmiger Zellen anzutreffen sind (Abb. 363).

Abb. 362. Samen von *Cassia occidentalis* L. Vergr. 2fach.

Das Endosperm besteht aus stark verdickten Zellen mit vereinzelten Tüpfeln und Ballen körnigen Inhaltes. Die Keimblätter sind kleinzellig und zeigen auf der Innenseite eine 2reihige Schicht aus typischen, dünnwandigen Palisadenzellen (Abb. 364).

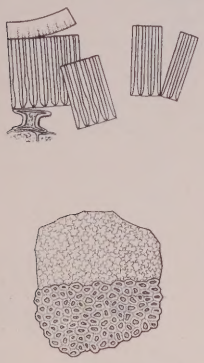


Abb. 363. Palisadenschicht von *Cassia occidentalis* L. Oben in Querschnittsbildern mit einer anhängenden Trägerzelle. Unten in Flächenansicht bei hoher und tiefer Einstellung. Vergr. 200fach.

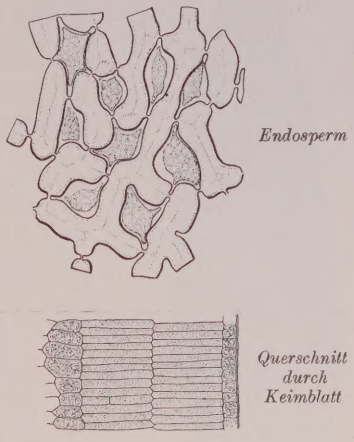


Abb. 364. Endosperm und Kotyledonargewebe der Samen von *Cassia occidentalis* L. Vergr. 200fach.

Karobenkaffee.

Während Leguminosenkaffee sonst stets aus den Samen der betreffenden Pflanzen bereitet wird, finden bei dem Karobenkaffee die ganzen Früchte des im Mittelmeergebiet heimischen Johannisbrotbaumes (*Ceratonia siliqua* L.) Verwendung. Die derben, glänzend dunkelbraunen Hülsen (Abb. 365) springen nicht auf und enthalten in den Höhlungen der kräftig entwickelten Fruchtwand flache, braune Samen (Abb. 366).

Der Nachweis des Karobenkaffees ist dadurch sehr einfach, daß die den Hauptbestandteil der Fruchtwand bildenden Parenchymzellen des Mesokarps eigenartige Einschlüsse oder „Inklusen" enthalten (Abb. 367). Der Inhalt dieser Zellen besteht aus einem großen, quer oder schief gefalteten, sackartigen Körper von gelblich-brauner Farbe. Diese Zelleinschlüsse färben sich in Kalilauge blauviolett, in Vanillin-Salzsäure rot, in Eisenchloridlösung schwärzlich. Im gerösteten Material sind diese Farbreaktionen weniger deutlich, jedoch genügt die charakteristische Form der Inhaltskörper zum Nachweis.

Der Bau der Karobenfrucht ist im übrigen recht kompliziert. Die Oberhaut besteht aus polygonalen Zellen und enthält vereinzelte Spaltöffnungen; die darunter liegenden, braunen Schichten sind aus kleinen parenchymatischen Zellen zusammengesetzt. Dann folgt nach innen eine scharf abgesetzte Schicht, die Bündel langer, stark verdickter Faserzellen mit begleitenden Kristallkammerzellen enthält; zwischen den Faserbündeln liegen außer parenchymatischen Gewebeteilen Steinzellgruppen. An diese Schicht grenzt das schon geschilderte, stark entwickelte Parenchymgewebe

Abb. 365. Karobenfrucht (*Ceratonia siliqua* L.). Nat. Gr.

Abb. 366. Querschnitt durch die Karobenfrucht, einen Samen zeigend. Nat. Gr.

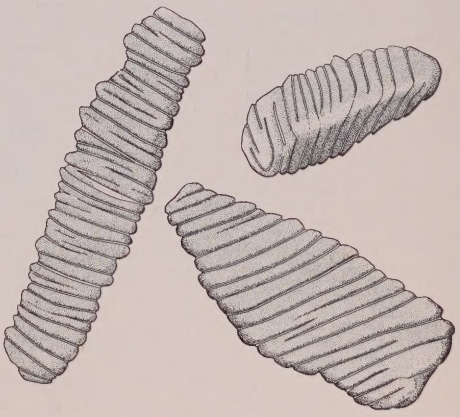


Abb. 367. Sackartige Inhaltsstoffe („Inklusen") des Fruchtwandparenchyms von *Ceratonia siliqua* L. Vergr. 200fach.

mit den charakteristischen Zellinhaltskörpern, die sich vor allem in den besonders großzelligen, mittleren Teilen des Mesokarpparenchyms finden. Nach innen wird das Parenchymgewebe durch ein Endokarp aus gruppenweis gebogenen Faserzellen und Kristallkammerzellen abgeschlossen, die der äußeren Faserschicht ähnlich sind, aber quer zur Längsrichtung der Frucht verlaufen. Dem Endokarp ist schließlich noch eine innere Epidermis aus kleinen isodiametrischen Zellen mit farblosen, knotig verdickten Wänden aufgelagert.

Die Samen der Karobenfrucht besitzen den für Leguminosensamen typischen Bau der Samenschale, also eine mächtige äußere Palisaden-

schicht mit darunter liegenden, spindelförmigen Trägerzellen (Abb. 368). Die Palisadenzellen zeigen oberhalb der Lichtlinie einen breiten strukturlosen Teil; die Trägerzellen sind vor allem in der Mitte sehr stark verdickt. Das Innere der Samen besteht aus einem stark entwickelten Endosperm und einem kleinen, stärkefreien Embryo. Die Zellen des Endosperms (Abb. 369) haben mächtig verdickte, leicht verschleimende Wände und sehr kleine Lumina, deren Inhalt sich mit Jod gelb färbt.

Abb. 368. Querschnitt durch den Randteil der Samenschale des Karobensamens. Vergr. 200fach.

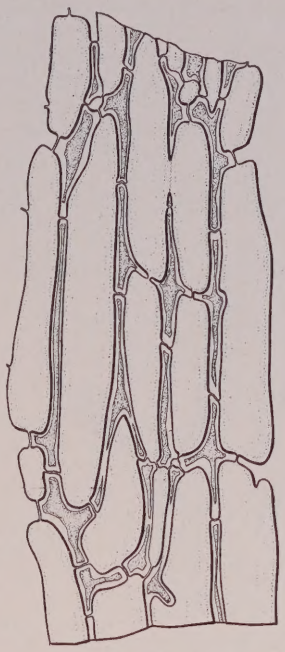


Abb. 369. Bruchstück aus dem Endosperm des Karoben-Samens. Vergr. 200fach.

Da Bestandteile der Samen im Karobenkaffee gegenüber den Geweben der Fruchtwand quantitativ stark zurücktreten, werden bei der mikroskopischen Prüfung Samenteile nicht immer angetroffen.

Feigenkaffee.

Feigen sind die Scheinfrüchte von *Ficus Carica* L., eines im Mittelmeergebiet heimischen und heute in allen warmen Ländern verbreiteten Baumes aus der Familie der Moraceen. Feigen werden in großem Umfange als Kaffeesurrogat benutzt; das bekannte Karlsbader Kaffeegewürz ist Feigenkaffee.

Ein Längsschnitt durch die kugelige bis birnenförmige Scheinfrucht der Feige zeigt einen krugförmig emporgewölbten Fruchtboden, in dessen Höhlung die kleinen Früchtchen, die sog. Feigen„kerne“ sitzen. Vor der mikroskopischen Untersuchung werden getrocknete Feigen der Handelsware zunächst etwa 24 Stunden in mehrfach gewechseltes Wasser gelegt, um sie aufzuquellen und den Zucker zu entfernen, dann mindestens ebenso lange in Alkohol übertragen, um sie zu härten.

Dünne Längsschnitte durch den Fruchtboden zeigen, daß dieser zum weitaus größten Teil aus parenchymatischem Gewebe besteht, das in den äußeren Schichten kleinzellig und etwas dickwandig, weiter innen groß-

zellig, dünnwandig oder verschleimt und reich an Intercellularen ist. Eingestreut finden sich, vor allem in den äußeren Partien, mannigfach verzweigte, ungegliederte Milchröhren (Abb. 370) und zarte Gefäßbündel. Der Durchmesser der Milchröhren schwankt um 20—35 μ; ihr Inhalt besteht aus hell lichtbrechenden, oft zu Häufchen zusammengeballten Kügelchen von kautschukartiger Beschaffenheit. Die Gefäße der Leitbahnen weisen fast stets einen geringeren Durchmesser auf als die Milchröhren und sind spiralig, ringförmig oder auch treppenförmig verdickt (Abb. 371).

Kalziumoxalatdrusen sind im Fruchtfleisch sehr häufig. In der subepidermalen Schicht finden sich in großer Zahl kleine, in dem inneren Parenchym größere Drusen. Die Gefäßbündel werden oft von kristallkammerartigen Zellreihen begleitet, die ebenfalls kleine Oxalatdrusen führen (Abb. 371).

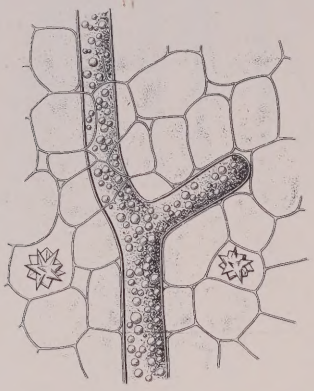


Abb. 370. Parenchym des Feigenfruchtbodens mit Milchröhre. Vergr. 200fach.

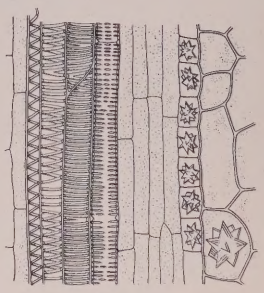


Abb. 371. Gefäßbündelfragment aus dem Fruchtboden der Feige. Vergr. 200fach.

Die äußere Epidermis des Fruchtbodens gibt in der Flächenansicht ein sehr charakteristisches Bild (Abb. 372). Die Epidermiszellen sind klein; die Cuticula zeigt sich an den Rändern der Flächenschnitte deutlich gefeldert. Spaltöffnungen sind ziemlich selten; häufiger sind Haare, ihre Anwesenheit ist jedoch oft nur an den charakteristischen Ansatzstellen erkennbar, um welche sich die benachbarten Epidermiszellen sternförmig gruppieren. Die Haare selbst sind einzellig, meist kurz kegelförmig und stark verdickt.

An der inneren Epidermis des Fruchtbodens sind Einzelheiten meist nicht zu erkennen; nur die hier ebenfalls und zwar in besonders großer Zahl vorhandenen Haare sind leicht nachzuweisen. Diese sind meist ungleich größer als die der Außenepidermis und auch im allgemeinen nicht so stark verdickt (Abb. 373).

Die sog. Feigen„kerne“ sind die der äußeren, weicheren Fruchtschichten beraubten Steinfrüchte der Feige. Ihre Größe beträgt 1—1,5 mm; sie haben eine typische, rundlich birnenförmige Gestalt und sind seitlich etwas zusammengedrückt (Abb. 374).

Zur mikroskopischen Untersuchung der Kerne genügen Flächenschnitte, allenfalls auch Quetschpräparate, die durch Chloralhydrat aufgehellt werden. Diagnostisch wichtig und ausreichend sind die Endokarpschichten (Abb. 375). Die äußere Schicht besteht aus kleinen, isodiame-

trischen Zellen mit scharfkantigem Inhalt; die innere Schicht ist meist mehrzellig und besteht aus größeren, sehr stark verdickten und reich getüpfelten Steinzellen, die je nach der Einstellung verschieden aussehen; bei hoher Einstellung sehen wir die nach oben tretenden Tüpfel als feine Kreise (Abb. 375 rechts), während sie bei tiefer Einstellung als Kanäle erscheinen (Abb. 375 links). Die stark wellig gebuchtete Form der Steinzellen tritt besonders deutlich bei hoher Einstellung und an den Randpartien der Schnitte hervor.

Innerhalb des Endokarps liegt zunächst eine mehrschichtige, zartzellige Samenschale, dann ein ölreiches, stärkefreies Endosperm und schließlich der kleinzellige, ebenfalls ölreiche Embryo. Endosperm wie Embryo enthalten außer Öl Aleuronkörner.

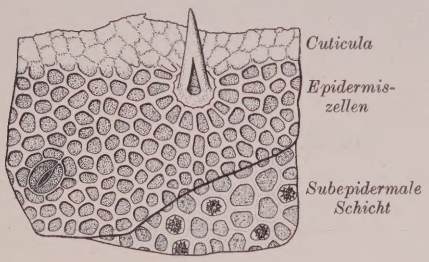


Abb. 372. Oberhaut der Feigenfrucht, Flächenansicht. Vergr. 200fach.

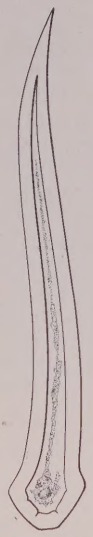


Abb. 373. Haar von der Innenwand des Fruchtbodens der Feige. Vergr. 200fach.

Feigenkaffee ist eine dunkelbraune, nach Feigen schmeckende Masse, in der man meist unschwer die „Kerne" erkennt, die man einzeln herauslösen und an ihrer Form und der mikroskopischen Struktur des Endokarps leicht als solche bestimmen kann.

Abb. 374. Feigen„kerne". Nat. Gr. (oben) und Vergr. 5fach (unten).

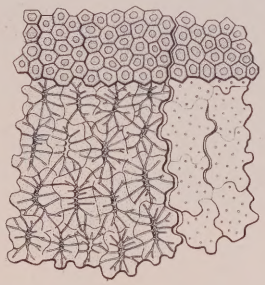


Abb. 375. Steinschale des Feigenfrüchtchens („Feigenkern") in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Zur näheren Untersuchung eines Feigenkaffees wird eine Messerspitze voll in Wasser oder Alkohol zerrieben und filtriert; der auf dem Filter verbliebene Rückstand wird in Chloralhydrat oder andere Aufhellungsmittel (vgl. S. 171) übertragen und hierin untersucht.

Charakteristisch für echten Feigenkaffee sind folgende Elemente:

zartwandiges Parenchym mit körnig braunem Inhalt und Kalkoxalatdrusen;
Parenchymfetzen mit Milchröhren (oft schwer nachweisbar);
Gefäßbündel mit schmalen, sehr langgliedrigen Spiral-, Leiter- und Netzgefäßen;
Fetzen der kleinzelligen Epidermis und der Cuticula;
Haare der äußeren und vor allem der inneren Epidermis des Fruchtbodens;
Bruchstücke der Steinschale der Feigenkerne (sehr wichtig!);
farblose Zellkomplexe des Endosperms und Embryos mit reichlichen Öltröpfchen.

Verfälschungen des Feigenkaffees sind nicht selten und leicht nachzuweisen. Jede Anwesenheit von Stärkekörnern deutet auf Verfälschung hin. — Große weite Netzgefäße lassen auf Wurzeln (Zichorie, Rübe) schließen, auf Zichorie außerdem die Anwesenheit netzförmiger Milchsaftgefäße. — Birnenzusatz ist an den typischen Fensterzellen der Epidermis und großen Steinzellengruppen zu erkennen (vgl. S. 160). — Um gefälschtem Feigenkaffee das für ihn charakteristische Aussehen zu verleihen, können an Stelle der fehlenden Feigenkerne Traubenkerne und Samen anderer Pflanzen (Kleesamen, Cruciferensamen) beigemengt sein. Traubenkerne fallen durch Raphiden, Kleesamen durch den für Leguminosensamen charakteristischen Bau (Palisadenzellen) auf; über den Nachweis von Cruciferensamen sei auf die an anderer Stelle gemachten Angaben (S. 52 u. 107) verwiesen.

Eichelkaffee.

Die gerösteten und zerkleinerten Keimblätter der Eichel dienen vielfach als Kaffeesurrogat. In Deutschland werden hierzu die Früchte von *Quercus pedunculata* Ehrh. und *Q. sessiliflora* Salisb. (Fam. Fagaceae) verwendet, in Frankreich die Früchte von *Quercus ballota* Desf. und anderen Eichenarten. Wesentliche anatomische Unterschiede liegen zwischen den Früchten der verschiedenen Arten nicht vor.

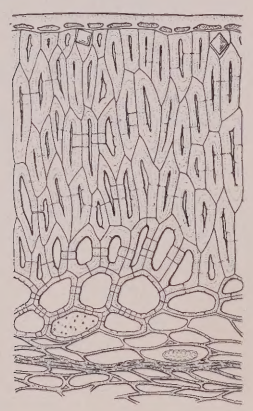


Abb. 376. Querschnitt durch den äußeren Teil der Eichelfruchtwand. Vergr. 200fach.

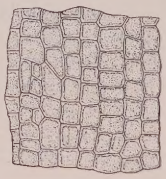


Abb. 377. Äußere Oberhaut der Eichelfruchtwand in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die aus dem Becher gelöste Eichelfrucht ist eine Nuß. Querschnitte durch die Fruchtwand (Abb. 376) zeigen eine kleinzellige Oberhaut, darunter stark entwickelte Steinzellschichten, deren äußere Lagen Kristalle führen. An die Steinzellschichten schließt sich ein inneres braunes Parenchym dem meist die stark kollabierte Samenschale so fest anhaftet, daß sie beim Entfernen der Samen aus der Fruchtwand an dieser zurückbleibt.

Flächenschnitte durch die Fruchtwand zeigen außen die aus kleinen fast quadratischen Zellen gebildete Epidermis (Abb. 377), aus der am Scheitel der Frucht zahlreiche dickwandige Haare in oft büschelförmiger Anordnung entspringen (Abb. 378). Die unterhalb der Epidermis liegenden Steinzellen sind in Flächenansichten mäßig gestreckt, das braune Innengewebe zeigt ebenso wie die Samenschale schwammparenchymatischen Bau (Abb. 379). Die Samenschale trägt spärliche, meist zu zweien angeordnete, dünnwandige, gedrehte Haare.

Abb. 378. Haare von der Fruchtwand der Eichel. Vergr. 200fach.

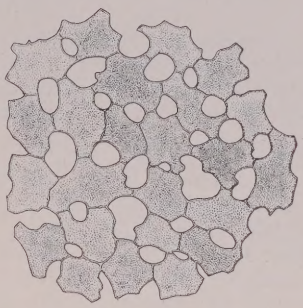


Abb. 379. Schwammparenchym der inneren Fruchtwand der Eichel. Vergr. 200fach.

Der Same besteht zur Hauptsache aus zwei mächtigen Keimblättern, die nach außen durch eine sehr kleinzellige Epidermis abgegrenzt sind (Abb. 380), während das Innere aus parenchymatischen Zellen besteht, die reichlich Stärke enthalten (Abb. 381). Behandlung der Schnitte mit Eisenchloridlöung gibt infolge des Gerbstoffgehaltes der Zellen starke Blaufärbung; auch die herausgelösten Stärkeballen zeigen diese Farbreaktion. Zwischen den Parenchymzellen verlaufen kleine Gefäßbündel mit zarten Spiralgefäßen.

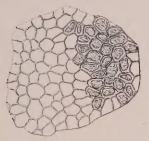


Abb. 380. Oberhaut des Keimblattes der Eichel in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

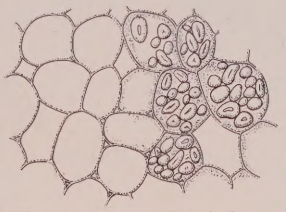


Abb. 381. Inneres Kotyledonargewebe der Eichel. Vergr. 200fach.

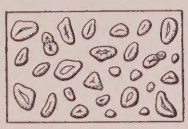


Abb. 382. Stärkekörner der Eichel. Vergr. 200fach.

Die Stärkekörner sind meist einfach und haben keine Schichtung, weisen aber stets Kernspalten oder auch größere Kernhöhlen auf. Ihre Größe schwankt zwischen 5 und 25 μ; die kleinen Körner sind rundlichkantig, die größeren ellipsoidal mit oft abgeflachten oder eingebogenen Seiten; auch gebuckelte Formen kommen vor. Aus zwei Teilkörnern zusammengesetzte Stärkekörner sind ebenfalls zu beobachten; sie zeigen eine von den Kernen nach der Berührungsfläche ausstrahlende Trichterbildung (Abb. 382).

Im Eichelkaffee sind alle Elemente stark gebräunt und verquollen. Während die Kotyledonarzellen trotz der Bräunung kenntlich bleiben, erfahren die Stärkekörner durch die Röstung stärkere Veränderungen; sie verquellen, werden dabei äußerlich deformiert und weisen nunmehr meist große Höhlungen auf.

Birnenkaffee.

Gedörrtes Obst, insbesondere gedörrte Birnen, finden sich häufig anderen Kaffeesurrogaten zugesetzt. Birnen sind an den auf S. 160 beschriebenen Steinzellnestern des Fruchtfleisches, den gefensterten Epidermiszellen der Fruchtwand, sowie an den Bestandteilen der Samenschale zu erkennen.

Spargelkaffee.

In Spargelbaugegenden werden die gerösteten Früchte des Spargels, *Asparagus officinalis* L. (Fam. Liliaceae) vielfach als Kaffeersatz verwendet. Die zur Reifezeit roten Früchte sind beerenartig mit einem dünnen Endokarp aus mäßig verdickten Steinzellen; sie enthalten im Innern einige wenige schwarze, gegeneinander abgeflachte Samen.

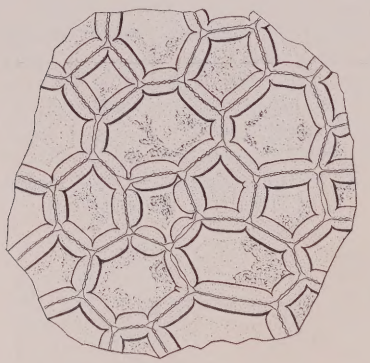


Abb. 383. Oberhaut der Spargelfrucht in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

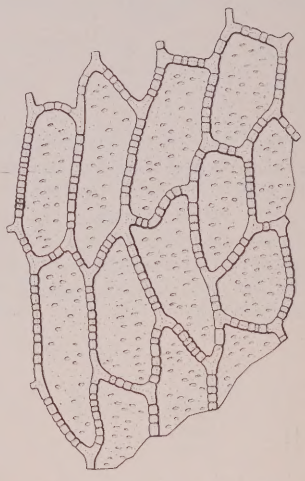


Abb. 384. Steinzellen des Spargelendokarps. Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Spargelkaffee ist sowohl an den Fruchtwandbestandteilen wie an den Samenresten verhältnismäßig leicht und sicher zu erkennen.

Die Oberhaut der Fruchtwand besteht aus gleichmäßig polygonalrundlichen Zellen mit verdickten Wänden (Abb. 383). Das Mesokarp enthält zwischen den parenchymatischen Zellen reichlich Raphidenbündel sowie mäßig weite Netzgefäße. Das Endokarp wird aus gestreckten, aber nur schwach verdickten Steinzellen gebildet, deren Wände feine Tüpfel zeigen (Abb. 384).

Die Oberhaut der Samenschale wird aus parenchymatischen Zellen mit tiefschwarzem Inhalt gebildet (Abb. 385), dessen Farbstoff den üblichen Aufhellungsmitteln widersteht. Der Same enthält ein großes Endo-

sperm und einen kleinen Keimling; die stark verdickten und scharf getüpfelten Wände der Endospermzellen (Abb. 386) bestehen aus Reservezellulose, der Inhalt der Zellen aus Eiweiß und Fett. Verwechslungen der Endospermzellen des Spargelsamens mit dem Kaffee-Endosperm sind kaum möglich, da die Tüpfelung abweichend ist; dagegen liegt eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Dattelendosperm (siehe unten) vor, während die ebenfalls stark verdickten Endospermzellen anderer Palmensamen (vgl. S. 142) sich durch ihre bedeutendere Größe leicht unterscheiden lassen. Im übrigen geben Fruchtwand und Samenschale des Spargelsamens stets genügend Anhaltspunkte zur sicheren Unterscheidung ab.

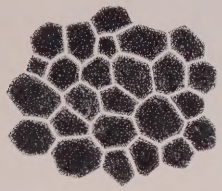


Abb. 385. Oberhaut der Spargelsamenschale in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

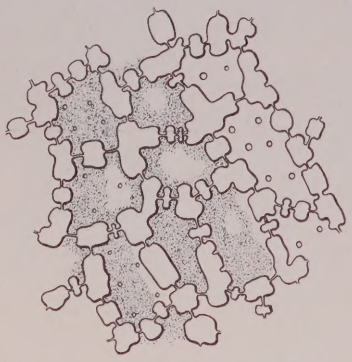


Abb. 386. Endospermzellen des Spargelsamens. Vergr. 200fach.

Dattelkaffee und anderer Palmenkaffee.

Geröstete und zermahlene Dattelsamen finden zuweilen als Kaffeesurrogat Verwendung. Die walzenrunden Früchte der Dattelpalme, *Phoenix dactylifera* L., enthalten einen 2—3 cm langen, zylindrischen, mit einer tiefen Längsfurche versehenen Samen, der fast ganz aus dem großen, walzenförmigen, von einer braunen Samenschale eingeschlossenen Endosperm besteht.

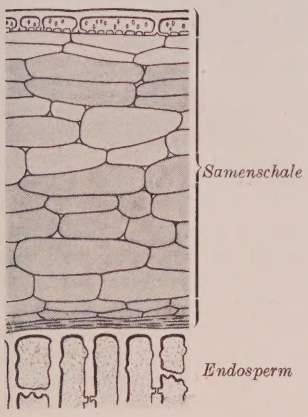


Abb. 387. Querschnitt durch den Randteil des Dattelsamens. Vergr. 200fach.

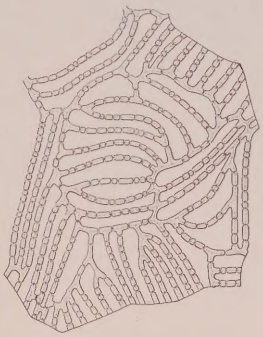


Abb. 388. Oberhaut der Dattelsamenschale, Flächenschnitt. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch die Samenschale zeigen eine farblose Oberhaut mit getüpfelten Seiten- und Innenwänden, sowie eine vielfache Schicht parenchymatischer Zellen mit braunem Inhalt (Abb. 387). Flächenschnitte

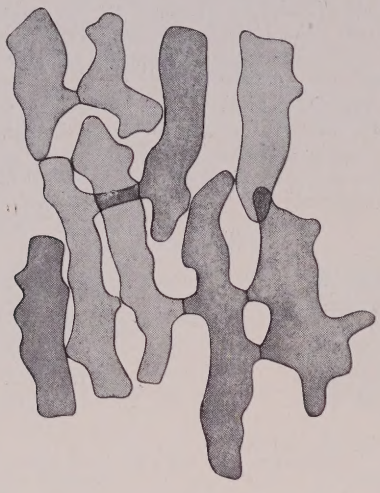


Abb. 389. Pigmentzellen aus der Samenschale der Dattel. Vergr. 200fach.

durch die Oberhaut (Abb. 388) zeigen gruppenweis angeordnete, gestreckte Zellen mit stark getüpfelten Wänden, die an die Querzellen der Weizenfruchtwand erinnern. Die unter der Oberhaut liegenden, dünnwandigen Zellen haben schlauchförmige Gestalt und braunen Inhalt; sie liegen in sehr lockerem Verband (Abb. 389).

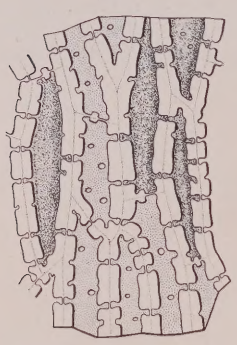


Abb. 390. Bruchstück des Dattelendosperms. Vergr. 200fach.

Das Endosperm besteht aus gestreckten Zellen mit stark verdickten und getüpfelten Wänden aus Reservezellulose (Abb. 390). Die Tüpfel sind kanalförmig und in der Mitte der Zellwand erweitert. Der Inhalt der Zellen besteht aus feinkörnigem Plasma und kleinen Öltropfen.

Dattelkaffee ist von echtem Kaffee durch die stärkeren Membranverdickungen und abweichende Tüpfelung der Endospermzellen, sowie durch die Reste der Samenschale sicher zu unterscheiden, dagegen kann der Nachweis von „Kaffee“ aus anderen Palmensamen dem Anfänger Schwierigkeiten bereiten. Vegetabilisches Elfenbein von den Samen der verschiedenen Elfenbeinnüsse (vgl. S. 145) ist an den wesentlich größeren Epidermiszellen und den noch stärker verdickten Zellwänden, sowie den sonstigen für Elfenbeinnüsse früher angegebenen Merkmalen zu erkennen.

Kakao.

Herkunft und Gewinnung.

Die Früchte des in Zentralamerika heimischen und heute in vielen Ländern mit rein tropischem Klima angebauten Kakaobaumes *Theobroma Cacao* L. (Fam. Sterculiaceae) sind gurkenähnliche Gebilde mit hervorspringenden Kanten (Abb. 391); die in das saftige Fruchtfleisch oder die Pulpa eingebetteten, theobrominhaltigen Samen oder „Kakaobohnen" sind in Längsreihen angeordnet und lassen sich leicht entfernen.

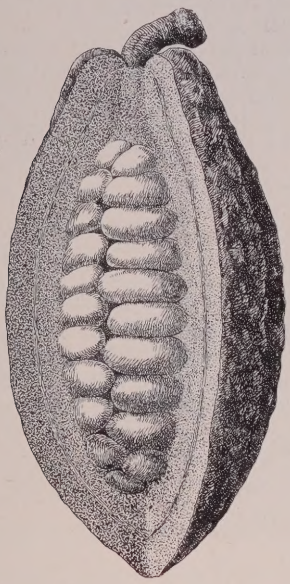


Abb 391. Kakaofrucht (aufgeschnitten, die Kakaobohnen zeigend). $^1/_2$ nat. Gr.

Die Kakaobohnen des Handels werden zunächst einem Rotte- oder Fermentationsprozeß unterworfen. Hierzu werden die Samen nach Entfernen des Fruchtfleisches auf Haufen geschüttet, täglich durchgearbeitet und langsam getrocknet. Durch diesen Prozeß wird der Geschmack der Samen verbessert und das Aroma entwickelt; gleichzeitig wird die ursprünglich helle bis violette Farbe des Sameninnern durch Entstehen eines braunen Farbstoffes, des „Kakaorot", verändert.

Abb. 392. Kakaobohnen (Handelsware). Links mit, rechts ohne Schale. Nat. Gr.

Bau des Kakaosamens.

Kakaobohnen haben eine ungleichmäßig eiförmige Gestalt und sind an den Seiten flachgedrückt (Abb. 392). Der spröden, braunen Samenschale haften meist noch geringe Reste des Fruchtfleisches an. Das Innere des Samens wird fast ganz von dem Keimling gebildet, der aus zwei großen Keimblättern und einem derben Würzelchen besteht. Zwischen Samenschale und Keimling befindet sich ein zartes Endosperm, das sog. Silberhäutchen, das in die zahlreichen Falten der Keimblätter eindringt und daher auch in den aus geschälten Samen hergestellten Kakaoprodukten angetroffen wird. Infolge der Zerklüftung und Faltung der Kotyledonen zerfallen diese leicht in körnige Bruchstücke.

Die mikroskopische Untersuchung der Samen erstreckt sich auf Samenschale, Endospermrest (Silberhäutchen), Keimblätter und Würzelchen.

Samenschale.

Um brauchbare Schnitte zu erhalten, wird die Samenschale in warmem Wasser vorgequollen und dann in Alkohol übertragen. Auf Querschnitten treten folgende Schichten hervor (Abb. 393):

1. außen anhaftende Reste der Fruchtwand oder Pulpa, insbesondere die aus einer lückenlosen Lage kleiner Zellen gebildete innerste Fruchtwandschicht. Die übrigen Fruchtwandzellen haben hyphenartigen Charakter und sind reichlich mit den aus dem Rotteprozeß stammenden Hefezellen und Pilzsporen besetzt;
2. die äußere Epidermis der Samenschale aus größeren Zellen mit schwach verdickter Außenwand und meist gefalteten Querwänden;
3. meist gruppenweis angeordnete große Schleimzellen;
4. ein mächtig entwickeltes Parenchym aus stark zusammengedrückten Zellen; in dem Parenchym eingestreute Gefäßbündel;
5. eine einfache und oft unterbrochene Steinzellschicht aus kleinen verholzten Steinzellen mit hufeisenförmigen Verdickungen;
6. eine mehrzellige innere Parenchymschicht aus ebenfalls stark zusammengedrückten Zellen.

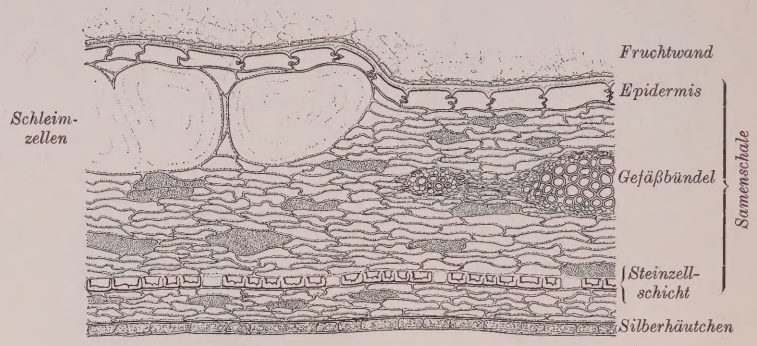


Abb. 393. Querschnitt durch die Samenschale der Kakaobohne mit anhaftenden Fruchtwandresten und anliegendem Silberhäutchen. Vergr. 200fach.

Flächenschnitte zeigen die vorstehenden Schichten in folgender Weise:

1. die innerste Fruchtwandschicht aus schräg angeordneten, gestreckten Zellen mit zart getüpfelten Wänden (Abb. 394);
2. die äußere Epidermis der Samenschale aus großen, gestreckten Zellen mit braunen Wänden (Abb. 394);
3. große polygonale Schleimzellen;
4. Schwammparenchym (Abb. 394) und eingestreute Gefäßbündel mit sehr zarten Spiralgefäßen;
5. die Steinzellschicht aus kleinen, mäßig verdickten, polygonalen Zellen (Abb. 395). Charakteristisch sind die zahlreichen größeren und kleineren, oft parallel verlaufenden Spalten, welche diese Schicht in einzelne Steinzellplatten auflösen;
6. unverdickte Zellen der inneren Parenchymschicht, die als flockenartiges Schwammparenchym ausgebildet ist.

Endospermrest (Silberhäutchen).

Das dem Endospermrest entsprechende Silberhäutchen haftet der Samenschale als dünnes, farbloses Häutchen an (Abb. 393) und dringt von hier aus mit seinen inneren, kollabierten Schichten in die Spalten der Keimblätter vor. Nur die äußersten, der Samenschale anliegenden Teile des Silberhäutchens sind so erhalten, daß Einzelheiten des Zellbaues erkenntlich sind.

Flächenansichten zeigen die dünnwandigen Parenchymzellen der äußeren Endospermschicht, sowie eine struktur- und farblose Schicht, welche einzelne Farbklümpchen, Kalziumoxalatkristalle, zuweilen auch Fettsäurekristalle enthält (Abb. 396).

Besonders auffallend sind weiter vielzellige, braune, keulige Körper oder deren Abdrücke. Diese nach ihrem Entdecker, der sie für Tierchen hielt, als Mitscherlichsche Körperchen bezeichneten Gebilde gehören nicht zum Silberhäutchen, sondern sind eingedrückte und hängengebliebene Haare von der Oberhaut der Keimblätter.

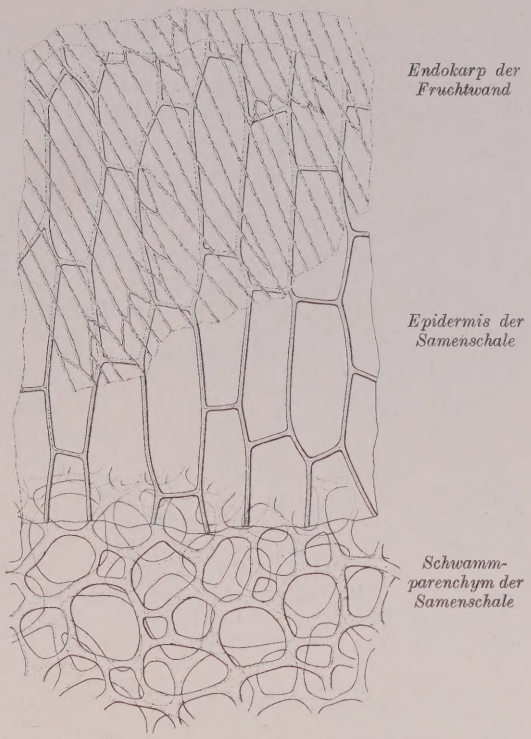


Abb. 394. Aeußere Schichten der Kakaosamenschale mit anhaftendem Endokarp der Fruchtwand in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

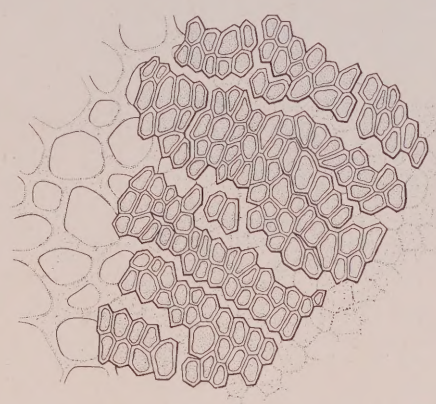


Abb. 395. Innere Steinzellenschicht der Samenschale des Kakao in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Keimblätter.

Querschnitte durch den Rand eines Keimblattes (Abb. 397) zeigen eine aus tafelförmigen, gelblich-braunen Zellen gebildete Epidermis, an welche sich die inneren parenchymatischen Zellen des Kotyledonargewebes anschließen. Die aus der Oberhaut entspringenden Haare werden auf Quer-

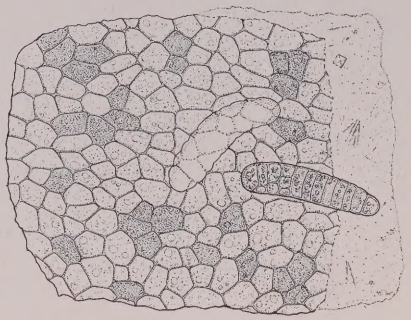


Abb. 396. Silberhäutchen der Kakaobohne (Flächenansicht) mit Haarabdruck und anhaftendem Haar der Kotyledonen. Vergr. 200fach.

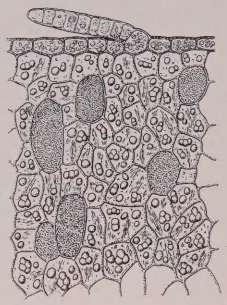


Abb. 397. Querschnitt durch das Keimblatt des Kakaosamens (Randteil). Vergr. 200fach.

schnitten nur selten angetroffen, finden sich aber regelmäßig auf Flächenschnitten (Abb. 398). Die Epidermis besteht aus scharf konturierten, polygonalen Zellen mit gelbbraunen Kügelchen als Inhalt; die aus ihr hervorgehenden Haare sind in ihrem basalen Teil aus einer einfachen Zellreihe, an der Spitze oft aus mehreren nebeneinander angeordneten Zellen aufgebaut und führen braunen Inhalt.

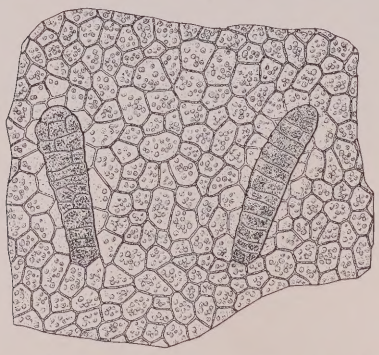


Abb. 398. Oberhaut der Kotyledonen des Kakaosamens, mit Haaren (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

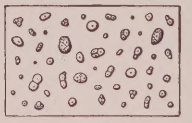


Abb. 399. Stärkekörner des Kakao. Vergr. 200fach.

Das innere Kotyledonargewebe besteht zur Hauptsache aus annähernd isodiametrischen, parenchymatischen Zellen, die reichlich nadelförmige, im polarisierten Licht aufleuchtende Fettkristalle, sowie kleine Aleuronkörner und vereinzelt Stärkekörner enthalten (Abb. 397). Die Stärkekörner des Kakao sind entweder einfach und dann unregelmäßig kugelig bis länglich oder aus wenigen Teilkörnern zusammengesetzt (Abb. 399). Die Größenmaße bewegen sich zwischen 2 und 16 μ; Schichtung fehlt, dagegen

ist oft eine feine Kernhöhle zu erkennen. Bei manchen Kakaoherkünften sind die Stärkekörner infolge Verquellung stärker verändert.

Zwischen den eben geschilderten Zellen, die bis auf die oft gebräunten Zellwände farblos sind, finden sich in einem bei den verschiedenen Kakaosorten sehr ungleichen Maße Pigmentzellen mit violettem oder rotem Inhalt. Dieser löst sich in Wasser und anderen Einschlußmedien langsam auf; Kalilauge färbt ihn grünlich, Ammoniak blau, Säuren rötlich, Eisenchlorid blauschwarz.

Würzelchen.

Querschnitte durch die Wurzel zeigen Zentralzylinder, Rinde und Oberhaut; die Gefäße des Zentralzylinders sind noch nicht voll entwickelt. Das Gewebe der Wurzel ist durch seine kleinen, mit Öl und Plasma dicht gefüllten Zellen auch in Bruchstücken von dem stärkeführenden Kotyledonargewebe zu unterscheiden.

Kakaoprodukte.

Die Kakaobohnen des Handels werden zu Kakaomasse, Schokolade und Kakaopulver verarbeitet, wobei die erste das Ausgangsmaterial für die beiden anderen Produkte ist.

Die Herstellung der feinkörnigen, breiigen Kakaomasse erfolgt durch Zermahlen der Kakaobohnen bei mäßig warmer Temperatur. Zunächst werden die Bohnen geröstet, dann geschält und grob zertrümmert; hieran schließt sich die Entfernung der Samenschalen und der Würzelchen durch Gebläsevorrichtungen und Siebung und schließlich der eigentliche Mahlprozeß.

Bei der Fabrikation der Schokolade wird die Kakaomasse mit etwa der gleichen Menge Rohrzucker versetzt, wobei gleichzeitig Gewürze, gegebenenfalls auch andere Stoffe, insbesondere Stärke zugegeben werden.

Zur Herstellung des Kakaopulvers wird die Kakaomasse zunächst durch Pressen weitgehend entfettet und dann erneut zermahlen. Das Kakaopulver des Handels wird weiter zur Verbesserung der „Löslichkeit" durch Behandlung mit Alkalien aufgeschlossen; hierbei findet eine schwache Verquellung der Zellmembranen und Stärkekörner statt, was bei der mikroskopischen Prüfung zu berücksichtigen ist.

Die mikroskopische Untersuchung erfolgt nach vorhergehender Extraktion des Fettes durch Ätherbehandlung; bei Schokolade muß weiter der Zucker durch mehrfache Behandlung mit Wasser entfernt werden, wobei die zurückbleibenden Bestandteile auf dem Filter aufgefangen werden. Zur Untersuchung selbst sind Wasserpräparate, ferner solche in Chloralhydrat und in Ammoniak herzustellen, nachdem das Untersuchungsmaterial zweckmäßig einige Tage in die letztgenannten Flüssigkeiten eingelegt war.

Da Kakaoprodukte stets außerordentlich fein zermahlen sind, finden sich in den Präparaten meist nur sehr kleine Bruchstücke der Gewebe vor. Die Stärkekörner und Teile der Pigmentzellen sind in den Wasserpräparaten leicht zu erkennen; die Kotyledonarzellen selbst sind in der Regel zertrümmert, nur die mit Pigmentkörnern gefüllten Epidermiszellen und vereinzelt vorkommende Bruchstücke des Silberhäutchens sind besser erhalten.

Der Nachweis der vielzelligen Haare der Kotyledonarepidermis bereitet ebenfalls Schwierigkeiten, während etwa vorhandene Bestandteile der Samenschale wegen ihrer größeren Widerstandsfähigkeit besser erhalten sind. Auf den Nachweis von Schalenbestandteilen ist im folgenden Ab-

schnitt näher eingegangen, da diese wohl als wichtigstes Fälschungsmittel anzusprechen sind.

Zusätze und Verfälschungen von Kakaoprodukten.

Die Prüfung auf Zusätze erfolgt ebenfalls nach vorhergehender Extraktion des Fettes und Entfernung des Zuckers. Nach Möglichkeit ist weiter die Bodensatzprobe (S. 10) durchzuführen, wobei das fett- und zuckerfreie Material in schwacher Salzsäure gekocht, und der Bodensatz in Chloralhydrat oder Phlorogluzin + Salzsäure untersucht wird. Zum Nachweis von Kakaoschalen empfehlen sich außerdem Tuschepräparate.

Kakaoschalen.

Die bei der Herstellung der Kakaomasse in großen Mengen abfallenden Schalen finden als „Kakaotee" zur Herstellung eines schwach nach Kakao schmeckenden, schleimigen Getränkes, sowie vor allem zur Verfälschung von Kakaoprodukten Verwendung. Zusatz von Schalen zu Kakaopulver verrät sich schon bei Lupenbetrachtung durch das Vorhandensein zahlreicher kleiner, gelber oder brauner Fragmente.

Mikroskopisch sind Schalenbestandteile an folgenden Merkmalen zu erkennen:

große, braune Epidermiszellen mit den schräg darüber verlaufenden feinen Zellen der innersten Fruchtwandschicht;
Schleimzellen mit anhaftenden braunen Geweberesten:
Schwammparenchym;
zarte Gefäße mit oft losgerissenen Spiralverdickungen;
die zerklüftete Steinzellschicht.

Als weiteres Merkmal lassen sich die bei gewissen Kakaosorten in den anhaftenden Pulparesten vorkommenden großen, kantig-rundlichen oder gestreckten, stark getüpfelten Sklerenchymzellen verwenden.

Die wichtigsten Merkmale geben die Schleimzellen und die Sklereidenschicht ab. Der Nachweis der Schleimzellen gelingt am leichtesten in Tuschepräparaten (Abb. 400). Zu diesem Zwecke wird eine Skalpellspitze des Untersuchungsmaterials in Tusche verrieben und das Deckgläschen aufgelegt. In dem dunklen Präparat machen sich die Schleimzellen als hellgelbliche Fragmente bemerkbar; von etwa vorhandenen Luftblasen lassen sie sich leicht unterscheiden, wenn man eine Präpariernadel auf das Deckgläschen aufdrückt, wobei die Luftblasen ihre Form sofort verändern.

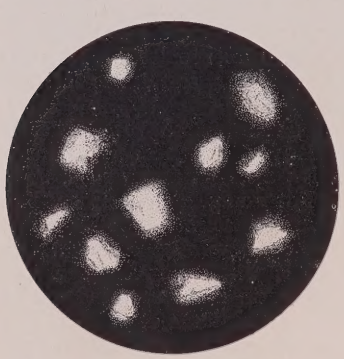


Abb. 400. Bruchstücke der Schleimzellen der Kakaoschale im Tuschepräparat. Vergr. 50fach.

Die Frage, ob es sich bei Vorliegen von Schalenelementen um eine beabsichtigte Verfälschung handelt, ist oft nur sehr schwer zu entscheiden, da geringe Mengen von Schalenbestandteilen in jedem Kakaoprodukt vorkommen; man kann sich hiervon durch den Nachweis von Schleimzellen in Tuschepräparaten und, vor allem bei Anwendung der Bodensatzprobe, auch durch das Vorliegen von Sklereiden leicht überzeugen. Nur bei einem Übermaß von Schalenbestandteilen ist der Verdacht der Fälschung begründet; dies ist der Fall, wenn die Untersuchungsprobe im Vergleich zu

mehrfachen Kontrollpräparaten aus reinem Ausgangsmaterial stets ganz wesentlich mehr Schalenbestandteile aufweist.

Stärke und Mehl.

Zusatz von Stärke und Mehl ist stets schon an der abweichenden Form der Stärkekörner zu erkennen, zumal sich diese immer in ihrer ursprünglichen Form zeigen und insbesondere auch in der Schokolade niemals verkleistert sind. In Frage kommen in erster Linie Weizen-, Reis-, Hafer- und Bananenstärke (Haferkakao, Bananenkakao), sowie die verschiedenen Arrowroots; auch Eichel- und Kastanienstärke sind nachgewiesen.

Sonstige Zusätze.

Die Prüfung auf sonstige Zusätze erfolgt am besten unter Zuhilfenahme der mehrfach erwähnten Bodensatzprobe, um etwa nur spärlich vorhandene, fremde Gewebeelemente im Sediment vorher anzureichern. Es kommen vor allem die der Schokolade zur Verbesserung des Geschmackes vielfach zugesetzten Gewürze in Betracht. Unter diesen sind Zimt, Gewürznelken, Muskatnuß, Macis, Koriander und Vanille die häufigsten; ihre Merkmale sind in den folgenden Abschnitten beschrieben. Auch Kaffee (S. 166) und Kola (s. unten) kommen in Frage. Soweit Schalen und Gewebeteile ölhaltiger Früchte (Abschnitt V) angetroffen werden, kann es sich um Verfälschungen handeln.

Kolanuß.

Als „Kolanüsse" werden die der Samenschale beraubten Kerne der in Westafrika heimischen *Cola acuminata* (Pal. Beauv.) Schott. et Endl., *Cola nitida* A. Chev. und anderer *Cola*-Arten (Fam. Sterculiaceae) bezeichnet.

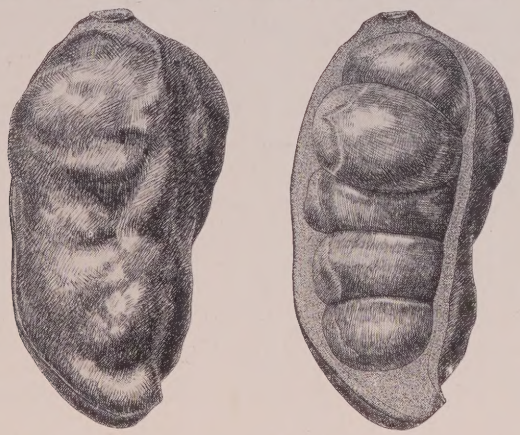


Abb. 401. Einzelfrucht von *Cola acuminata* (Pal. Beauv.) Schott et Endl., links geschlossen, rechts geöffnet, die Samen zeigend. $^1/_2$ nat. Gr.

Die von einer dicken, hellen Schale eingeschlossenen Samen sitzen bis zu zehn gedrängt und daher gegeneinander abgeflacht in einer balgartigen großen Frucht (Abb. 401); der vollständige Fruchtstand besteht aus fünf derartigen Balgfrüchten.

Die „Kolanüsse“ des Handels sind harte, trockene Gebilde und bestehen entweder nur aus zwei oder aus mehr unregelmäßig gestalteten rotbraunen Keimblättern, deren Ränder an den Berührungsstellen schwach gewulstet erscheinen (Abb. 402). Nicht nur Zahl der Keimblätter, sondern auch Größe der Samen sind bei den einzelnen *Cola*-Arten und -Unterarten verschieden; ebenso schwankt der Gehalt an Theobromin und Koffein nicht unwesentlich. Wegen dieses Theobromin- und Koffeingehaltes bilden die Kolanüsse für die Eingeborenen Afrikas ein wichtiges Genußmittel; bei uns haben sie neben ihrem Gebrauch zu Arzneizwecken vereinzelt als Kaffee-Ersatz Verwendung gefunden.

Abb. 402. „Kolanuß“, links mit 2, rechts mit zahlreichen Keimblättern. Nat. Gr.

Querschnitte durch die Keimblätter der „Kolanuß“ (Abb. 403) zeigen außen kleine, nach innen größere Zellen parenchymatischen Charakters; die Zellwände sind braun, leicht gewellt und deutlich getüpfelt. Der Zellinhalt besteht in den äußeren Schichten aus eiweißartigen Substanzen, in den inneren Geweben aus Plasmaresten und reichlich vorhandenen Stärkekörnern. Eisenchloridlösung bewirkt infolge der Anwesenheit von Gerbstoffen Dunkelfärbung der Zellen. Zwischen den stärkehaltigen Zellen befinden sich bei vielen *Cola*-Arten Schleimzellen (Abb. 403 unten).

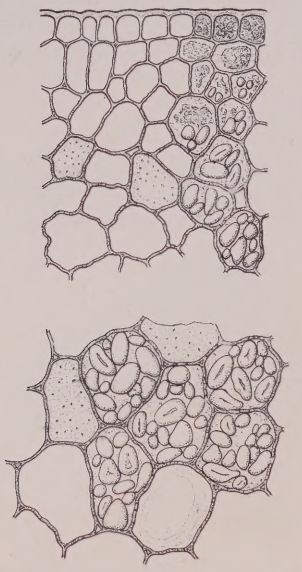


Abb. 403. Querschnitt durch ein Keimblatt der „Kolanuß“. Oben: Randteil, unten: aus der Mitte des Keimblattes. Vergr. 200fach.

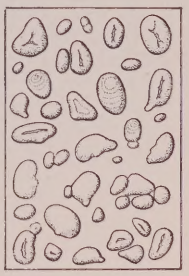


Abb. 404. Kola-Stärke. Vergr. 200fach.

Zum mikroskopischen Nachweis der Kolanuß genügen im allgemeinen die braunwandigen, reichlich Stärkekörner führenden Kotyledonarzellen. Die Stärkekörner selbst (Abb. 404) sind einfach und durchschnittlich 15—25 μ, selten unter 5 und über 35 μ groß. Die Form der Stärkekörner ist eiförmig-ellipsoidal bis bohnenähnlich, häufig mit warzigen Vorstülpungen; Kern-

spalten sind oft vorhanden, während Schichtung höchstens schwach und undeutlich zu erkennen ist. Da die an sich einfachen Stärkekörner oft zusammenkleben, kann der Eindruck zusammengesetzter Körner erweckt werden.

Tee.

Herkunft und Gewinnung der Handelsware.

Der Chinesische Tee, der heute nicht nur aus China, sondern als Ostindischer oder Assamtee, sowie als Ceylon- und Javatee überwiegend aus anderen Ländern zu uns kommt, besteht aus den Knospen und jungen Blättern des strauchartig gezogenen Teebaumes, *Thea sinensis* L. (Fam. Ternströmiaceae), dessen Heimat in Ostasien zu suchen ist. *Thea sinensis* L. zerfällt in eine Anzahl morphologisch unterscheidbarer Kulturrassen, die früher als *Thea sinensis* L. im engeren Sinne, als *Thea assamica* LINDL., *Thea viridis* L., *Thea Bohea* L., *Thea stricta* HAYNE u. a. eigene Arten bildeten.

Je nach der Gewinnung unterscheidet man in der Handelsware grünen (oder gelben) und schwarzen Tee. Der erste wird in einfachster Weise durch Trocknen der Blätter erhalten. Wichtiger und weit verbreiteter ist der durch Fermentation und anschließende Trocknung hergestellte schwarze Tee. Zu seiner Gewinnung werden die mit der Hand gepflückten Knospen und Blätter zunächst angewelkt und dann durch Reiben zwischen den Händen oder in Maschinen „gerollt", wodurch der Fermentationsprozeß eingeleitet wird. Die weitere Gärung erfolgt durch Einlegen der gerollten Blätter in Säckchen oder Körbe oder durch Aufeinanderschichten und Bedecken der Blätter auf dem Boden. Während der nur wenige Stunden dauernden Fermentation bildet sich braunes Phlobaphen, das die Dunkelfärbung der Blätter hervorruft. Der Aufbereitungsprozeß wird durch rechtzeitiges Trocknen der fermentierten Blätter unterbrochen und abgeschlossen.

Der Einteilung und Bewertung der Handelsware werden auch heute noch die alten chinesischen Bezeichnungen zugrunde gelegt, die von dem für die Qualität in erster Linie wichtigen Alters- und Entwicklungszustand der Blätter ausgehen, zum Teil auch etwaige Parfümierungsmittel berücksichtigen. Der aus China kommende „Pecco-Tee" besteht nur aus den auch als „Teeblüten" bezeichneten, behaarten Knospen („Peccoblütentee") und den unentwickelten Blättern. Der Peccotee ist die feinste Teesorte und wird bei Parfümierung mit Orangeblüten, Jasmin- und Gardeniablüten als „Orange-Pecco" und „Flowery-Pecco" bezeichnet. Der „Souchong-Tee" besteht aus dem zweit- und drittjüngsten Blatt, der „Congu-Tee" wird aus dem dritten bis fünften Blatt hergestellt.

Während bei dem aus China selbst kommenden Tee die vorstehenden Bezeichnungen das Alter der in der Handelsware enthaltenen Blätter angeben, werden die gleichen Bezeichnungen auch auf die Teesorten anderer Länder angewendet, obwohl hier infolge der maschinellen Aufbereitung der gemeinschaftlich fermentierten und getrockneten Knospen und Blätter keine scharfe Trennung der verschieden alten Blätter durchgeführt ist. Ferner werden vielfach Mischungen verschiedener Teesorten willkürlich mit den alten Bezeichnungen belegt, so daß heute die Namen Pecco, Souchong, Congu nicht mehr die ursprüngliche Bedeutung haben, sondern vielfach nur ein allgemeiner Ausdruck für die Qualität der Handelsware sind.

Als Ziegeltee oder Backsteintee werden die in Backsteinform gepreßten Abfälle der Teefabrikation bezeichnet, die vor allem in Asien

und Rußland von der minderbemittelten Bevölkerung verbraucht werden. Teegrus oder Teedust besteht aus den staubförmigen Teilchen, die bei der Teegewinnung abfallen.

Bau des Teeblattes.

Die im lebenden Zustande lederartigen Blätter des Teestrauches erreichen eine Länge von mehr als 10 Zentimetern; sie sind kurz gestielt und haben eine breitlanzettliche bis länglich-ovale Form (Abb. 405). Bei bestimmten

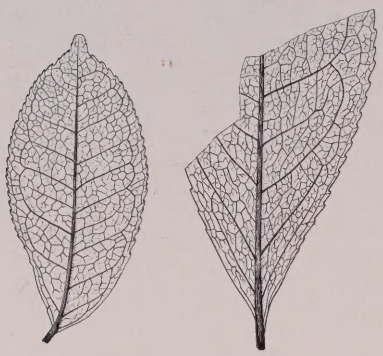


Abb. 405. Teeblätter, links junges Blatt, rechts Bruchstück eines älteren Blattes. Nat. Gr.

Abb. 406. Rand eines jungen Teeblattes. Vergr. 20fach.

Varietäten, insbesondere dem Assamtee, enden die Blätter in eine kurze Träufelspitze. Der Rand ist fein gezähnt; jeder Zahn trägt eine keulenförmige Drüsenzotte (Abb. 406), die aber nur bei den ganz jungen Blättern erhalten, bei den älteren vertrocknet oder abgefallen ist. Die Blattnerven treten deutlich hervor; von dem mittleren Hauptnerv gehen schräge Seitennerven ab, die in einiger Entfernung vom Rande durch bogenförmige Schlingen miteinander in Verbindung treten, so daß sich ein zarter Randnerv bildet, von dem aus feine Abzweigungen nach den Zähnen verlaufen.

Abb. 407. Querschnitt durch ein älteres Teeblatt mit Idioblast. Vergr. 200fach.

Die Oberseite der Blätter ist glatt, die Unterseite der jüngeren Blätter dicht und seidig behaart; da die Unterseite in den Knospen nach außen liegt, erscheinen die bis zu 3 cm großen Knospen silbergrau behaart, was dem Peccotee seinen Namen als „Flaum"- oder „Daunen"-Tee eingebracht hat. Bei älteren, großen Teeblättern sind die einzelnen Haare so weit auseinandergezogen, daß die Behaarung oft nur schwer feststellbar ist.

Wenn ganze Blätter von Herbarpflanzen zur Untersuchung nicht zur Verfügung stehen, können sowohl jüngere als auch ältere Blätter der Handelsware entnommen werden. Zu diesem Zwecke werden verschiedene Proben von Handelstee langsam in Wasser erhitzt und einige Minuten aufgekocht, wobei sich die Blätter ausbreiten und genügend entfärbt werden. Ein Teil des Materials wird in Alkohol überführt, um daraus nach eingetretener Härtung Querschnitte herzustellen; der Rest

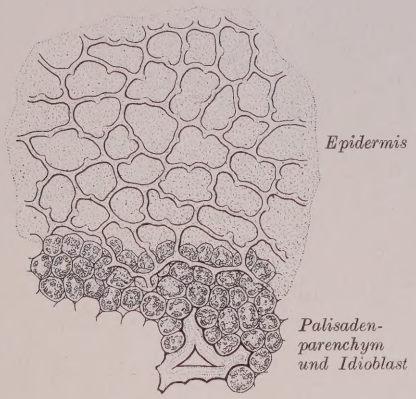


Abb. 408. Oberseite eines älteren Teeblattes in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

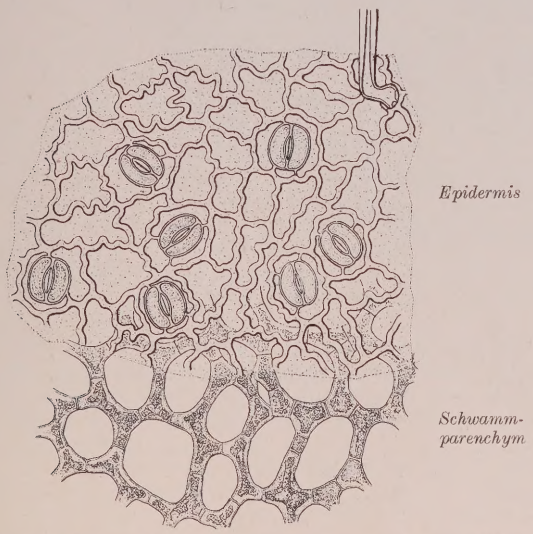


Abb. 409. Unterseite eines älteren Teeblattes in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Abb. 410. Haare von jüngerem (links) und älterem (rechts) Teeblatt. Vergr. 200fach.

wird in Chloralhydrat eingelegt und in diesem Medium ohne weitere Präparation untersucht.

Querschnitte durch ältere Blätter, die sich bei Lupenbetrachtung durch die spärliche Behaarung als solche kennzeichnen, zeigen folgenden Blattbau (Abb. 407): eine aus isodiametrischen Zellen gebildete obere Epidermis bedeckt ein zweischichtiges Palisadenparenchym, dessen äußere Lage aus mäßig gestreckten Zellen besteht, während die zweite Lage

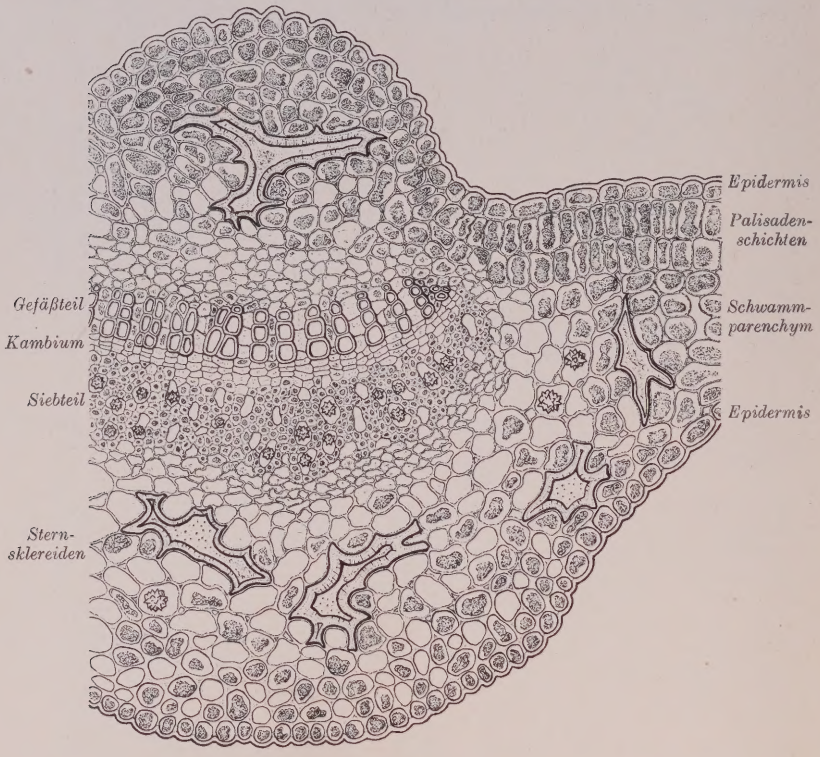


Abb. 411. Querschnitt durch den Mittelnerv eines älteren Teeblattes. Vergr. 200fach.

aus fast kubischen Zellen gebildet wird. An die Palisadenschicht schließt sich ein vielschichtiges, vereinzelt Oxalatdrusen führendes Schwammparenchym, das durch die untere Epidermis abgeschlossen wird; diese enthält Spaltöffnungen sowie vereinzelte Haare, deren keulenförmiger Fuß getüpfelte Wände besitzt, während der freie Teil dicht oberhalb der Ansatzstelle einen scharfen Knick zeigt (Abb. 409 u. 410).

Zwischen der oberen und unteren Epidermis liegen außerdem, die ganze Blattspreite durchsetzend, große Idioblasten in Gestalt säulenförmiger Sklereiden mit verbreiterten Enden und seitlichen Ausstülpungen, deren Wandverdickungen vom Alter der Blätter abhängen.

Zur Untersuchung der Flächenansichten der vorstehend erwähnten Gewebe genügt oft schon die Betrachtung ganzer Blattstückchen in Chloralhydrat. Die obere Epidermis wird aus polygonalen Zellen mit wellig geknickten Membranen gebildet und zeigt unregelmäßige Cuticularkörnung (Abb. 408); unterhalb der Epidermis liegen die Palisadenzellen mit kreisförmigem Querschnitt und reichlichen Intercellularen. Die Zellen der unteren Epidermis (Abb. 409) weisen ähnlichen Bau auf, jedoch liegen hier große, breit eirunde Spaltöffnungen mit weitem Vorhof und meist 3 Nebenzellen, sowie ganz vereinzelt Haare eingestreut, um welche sich die umgebenden Epidermiszellen kreisförmig gruppieren. Die Haare erreichen eine Länge von etwa ½ mm und sind im Alter bis auf ein spitztrichterförmiges Lumen an der Basis völlig verdickt (Abb. 410 rechts). Das an die untere Epidermis anstoßende Schwammparenchym zeigt sternparenchymatisches Aussehen (Abb. 409).

Der Bau der in den Blattnerven verlaufenden Gefäßbündel muß in Querschnitten untersucht werden (Abb. 411); das halbmondförmige Gefäßbündel des stark hervorspringenden Mittelnerven zeigt ein nach der Blattoberseite zu gelegenes, fächerförmiges Xylem mit zarten Spiralgefäßen, ein deutlich entwickeltes Kambium und einen darunter befindlichen, ebenfalls fächerförmigen Siebteil, dessen größere Zellen zum Teil Oxalatdrusen führen. Das ganze Gefäßbündel ist von einer stärkehaltigen Parenchymschicht eingeschlossen. Nach oben und unten sind weitere Gewebe aus parenchymatischen, Kristalldrusen führenden und oft schwach kollenchymatisch verdickten Zellen aufgelagert; zwischen ihnen finden sich, vor allem auf der Blattunterseite, reichlich Idioblasten, die wegen ihrer sternförmigen Verzweigungen als Sternsklereiden bezeichnet werden und meist sehr stark verdickt sind.

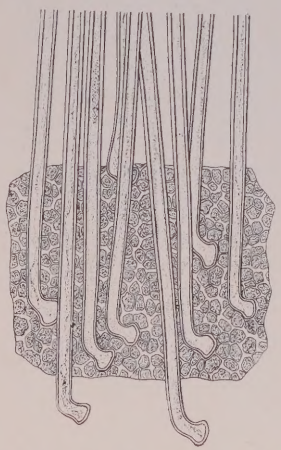


Abb. 412. Epidermis der Blattunterseite eines jungen Teeblattes in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Querschnitte und die entsprechenden Flächenansichten junger Blätter zeigen in mehrfacher Hinsicht Verschiedenheiten. Die ganzen Gewebe besitzen noch deutlich meristematischen Charakter; insbesondere sind die Idioblasten noch nicht voll ausgebildet, zum mindesten noch unverdickt und, soweit überhaupt, nur in der Nähe der Mittelrippe zu erkennen. Die Wände der Epidermiszellen sind noch nicht wellig gebogen, die Blattunterseite hat nur wenige, eben gebildete Spaltöffnungen. Dafür trägt sie aber reichlich Haare, die an der Basis geknickt sind und noch meist bis zur Spitze das Zellumen erkennen lassen (Abb. 410 links und 412).

Bei der Untersuchung der Randteile junger Teeblätter fallen die den Zähnen aufsitzenden Drüsenzotten auf, die bei älteren Blättern meist fehlen. Die Oberfläche der Drüsenzotten besteht aus keilförmigen, das Innere aus gestreckten Zellen.

Untersuchung der Handelsware.

Die Vorbehandlung des Untersuchungsmaterials erfolgt in der bereits angegebenen Weise: Erwärmen und Aufkochen in Wasser zur Herstellung der ursprünglichen Blattform und zum Entfernen des braunen Farbstoffes, hieran anschließend Übertragen in Chloralhydrat und, soweit die Herstellung von Schnitten erforderlich sein sollte, Einlegen eines Teiles des Untersuchungsmaterials in Alkohol. Im allgemeinen wird die Betrachtung der Bruchstücke in Chloralhydrat oder Chloralhydrat-Alkohol (1:1) genügen, um zu entscheiden, ob es sich um jüngere oder ältere Teeblätter handelt oder ob Ersatzstoffe vorliegen.

Das durch Kochen entfärbte und in Chloralhydrat aufgehellte Material wird zunächst mit der Lupe oder bei ganz schwacher Vergrößerung betrachtet, um den allgemeinen Blattbau, die Nervatur, die Zähnung des Blattrandes, die Ansatzstellen der Drüsenzotten und die Behaarung zu prüfen, sowie Anhaltspunkte dafür zu gewinnen, ob es sich um Tee aus jungen oder aus älteren Blättern handelt. Im ersten Fall sind bei der anschließenden genauen mikroskopischen Untersuchung auf der Blattunterseite reichlich die charakteristischen, noch wenig verdickten Haare zu beobachten; Spaltöffnungen sind erst spärlich entwickelt, Sklereiden fehlen entweder gänzlich oder sind nur in der Nähe der Mittelrippe vorhanden. Bei älteren Blättern bilden die Sklereiden, die regellos verstreuten Kristalldrusen des Schwammparenchyms und die Oberhautzellen, insbesondere die Spaltöffnungen und Haaransatzstellen der Blattunterseite die Hauptkennzeichen.

Fehlen der für Teeblätter charakteristischen Merkmale, Unterschiede im allgemeinen Blattbau, abweichend gebaute Haare, insbesondere mehrzellige und Drüsenhaare, Einzelkristalle und Kristallsand oder reihenförmig angeordnete Kristalldrusen, Öl und Schleimzellen weisen auf Blätter anderer Pflanzen hin.

Tee-Ersatzmittel.

Als Tee-Ersatzmittel kommen eine große Anzahl von Blättern der verschiedensten Pflanzen in Frage, von denen im folgenden die Blätter des Weidenröschens, der Weide, des Steinsamens, der Brombeere, Erdbeere, Rose und Kirsche beschrieben sind.

Weidenröschenblätter.

In Osteuropa wird aus den Blättern des Weidenröschens, *Epilobium angustifolium* L. (Fam. Oenotheraceae), ein unter verschiedenen Namen, wie Kapporietee, Koporkatee, Iwan-tschai, vor allem in Rußland und Polen im Handel befindlicher Tee hergestellt. Die Blätter von *Epilobium angustifolium* sind schmal-lanzettlich mit undeutlich gezähntem Rand und fast kahl; die Sekundärnerven gehen fast rechtwinklig von der Mittelrippe ab und bilden dicht am Blattrand Schlingen (Abb. 413).

Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus polygonalen Zellen mit kaum gewellten Wänden (Abb. 414); die Epidermis der Blattunterseite enthält zwischen Zellen mit stark gewellten Wänden reichlich Spaltöffnungen und ist von einer stark gerieften Cuticula bedeckt (Abb. 415). Unterhalb der Blattnerven entspringen der Epidermis der Blattunterseite einzellige, stark gebogene Haare mit gerundetem Ende und inneren Membranleisten

(Abb. 416). Da diese Haare aber nicht immer vorhanden sind, lassen sie sich nur bedingt zum Nachweis von Weidenröschenblättern heranziehen; dagegen sind die zahlreichen, vor allem in der Nähe der Blattnerven liegenden Raphidenbündel als ein sicheres Merkmal anzusprechen.

Die Blätter von *Epilobium hirsutum* L. werden in der gleichen Weise verwendet wie die der vorgenannten Art; sie sind ungestielt, breit lanzettlich, buchtig gezähnt und beiderseits zerstreut behaart (Abb. 413). Mit den Blättern von *Epilobium angustifolium* stimmen sie darin überein, daß die Blattnerven

Abb. 413. Blätter von *Epilobium angustifolium* L. (links) und *E. hirsutum* L. (rechts). (Selbstdruck.) Nat. Gr.

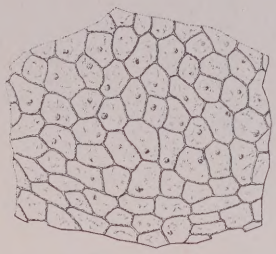


Abb. 414. Epidermis der Blattoberseite von *Epilobium angustifolium* L. in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

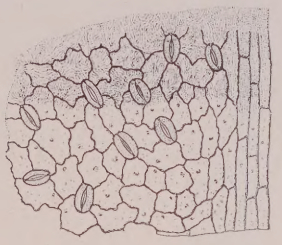


Abb. 415. Epidermis und Cuticularleisten der Blattunterseite von *Epilobium angustifolium* L. (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

von Raphidenbündeln begleitet werden (Abb. 417). Der Hauptunterschied liegt in der Behaarung; die Blätter von *Epilobium hirsutum* tragen 2 Arten von Haaren: lange Spitzhaare und kürzere Keulenhaare mit gerundetem Ende und einer kleinen, knopfförmigen Erhöhung (Abb. 417 u. 418).

Weidenblätter.

Die lanzettlichen, kurz gestielten Blätter von *Salix alba* L. (Fam. Salicaceae) haben einen fein gesägten Rand und sind oberseits schwach, unterseits stärker behaart. Die Randzähne enden in stumpfen Drüsenzotten. Von dem Mittelnerv gehen zahlreiche Seitennerven in ziemlich spitzem Winkel ab (Abb. 419).

Die Epidermis von Blattober- und -unterseite ist, abgesehen von den schon erwähnten Unterschieden der Behaarung, ähnlich gebaut (Abb. 420 und 421); die Epidermiszellen sind polygonal und enthalten zwischen sich Spaltöffnungen mit Nebenzellen, sowie vor allem auf der Blattunterseite einzellige, schlanke, spitz endende Haare mit dünnen oder nur wenig verdickten Wänden.

Das Mesophyll des Blattes besteht zur Hauptsache aus Palisadenparenchym und enthält Kristalldrusen.

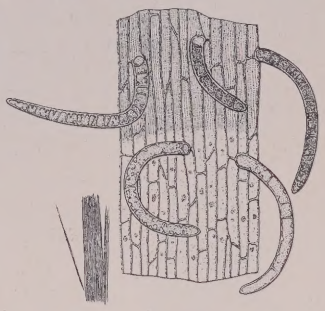


Abb. 416. Haare unterhalb der Blattnerven von *Epilobium angustifolium* L. (Blattunterseite). Links Raphidenbündel aus der Nähe eines Blattnerven. Vergr. 200fach.

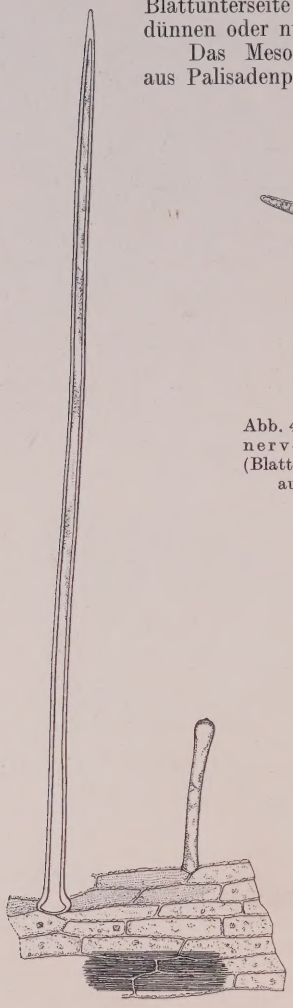


Abb. 417. Epidermis der Blattunterseite von *Epilobium hirsutum* L. aus der Nähe eines Blattnerven. Epidermisstück mit Spitzhaar und Keulenhaar, darunter ein Raphidenbündel. Vergr. 200fach.

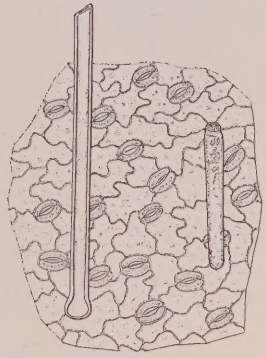


Abb. 418. Epidermis der Blattunterseite von *Epilobium hirsutum* L. mit Spitzhaar (abgebrochen) und Keulenhaar. Vergr. 200fach.

Abb. 419. Blatt von *Salix alba* L. (Selbstdruck). Nat. Gr.

Steinsamenblätter.

Die Blätter des Steinsamens, *Lithospermum officinale* L. (Fam. Borraginaceae), liefern den böhmischen oder kroatischen Tee; sie sind ungestielt, lanzettlich und auf beiden Seiten rauhhaarig. Die spärlichen Seitennerven gehen von der Mittelrippe in einem spitzen Winkel ab (Abb. 422).

Besonders charakteristisch sind die aus rundlichen Höckern der Epidermis entspringenden Haare, die auf Blattober- und -unterseite ähnlichen Bau zeigen (Abb. 423); sie sind an der Basis leicht gekrümmt, am Ende zugespitzt und haben eine warzige Oberfläche. Im Innern, vor allem im basalen Teil, enthalten sie vielfach cystolithenartige Bildungen. Um die Haare gruppieren sich kreisförmig angeordnete Epidermiszellen mit braunen, oft geschichteten Inhaltsstoffen; die übrigen Epidermiszellen haben auf der Blattoberseite regelmäßig polygonale Form, auf der Blattunterseite, die gleichzeitig Spaltöffnungen enthält, zartere und stark gewellte Wände.

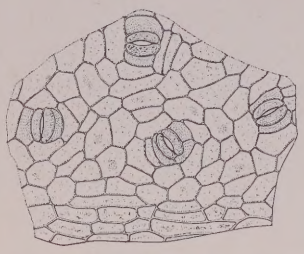


Abb. 420. Epidermis der Blattoberseite von *Salix alba* L. in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

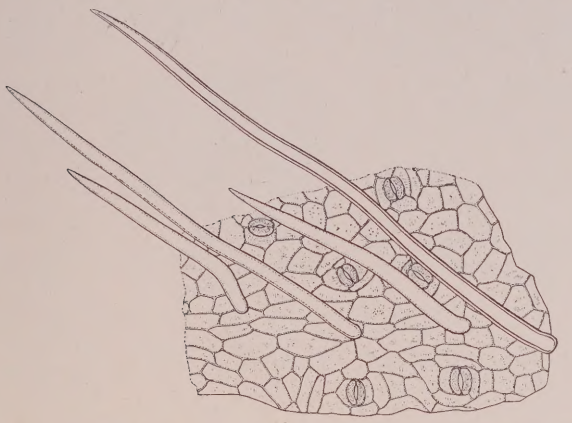


Abb. 421. Epidermis der Blattunterseite von *Salix alba* L. mit Haaren. Vergr. 200fach.

Abb. 422. Blatt des Steinsamens (Selbstdruck). Nat. Gr.

Brombeerblätter.

Die Blätter der zahlreichen Brombeerarten (*Rubus caesius* L. u. a., Fam. Rosaceae) sind dreizählig, die Teilblättchen eiförmig mit ungleichmäßig gesägtem Rand und scharfen Zähnen (Abb. 424). Form der Blätter und Behaarung schwanken bei den einzelnen Brombeerarten stark, so daß auch das mikroskopische Bild oft Unterschiede zeigt; stets aber ist die Unterseite stärker und anders behaart als die Oberseite.

Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus polygonalen Zellen mit leicht gewellten und zart getüpfelten Wänden. Vereinzelt, vor allem

in der Nähe der Blattnerven, entspringen derbe, braune, einzellige Borstenhaare mit getüpfeltem Fuß und schräggestreiften Wänden (Abb. 425).

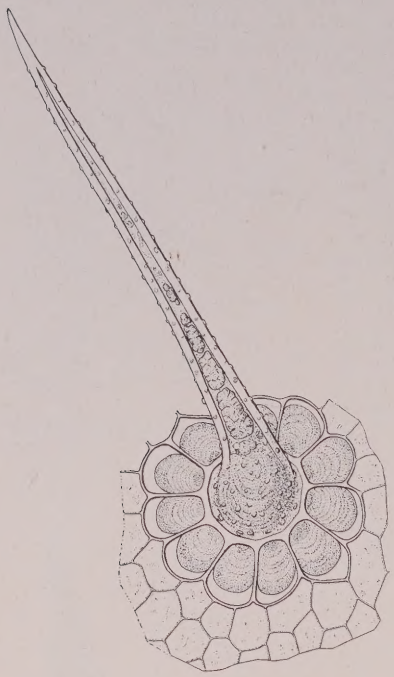


Abb. 423. Haar und Epidermiszellen der Blattoberseite von *Lithospermum officinale* L. Vergr. 200fach.

Abb. 424. Brombeerblättchen (Selbstdruck). Nat. Gr.

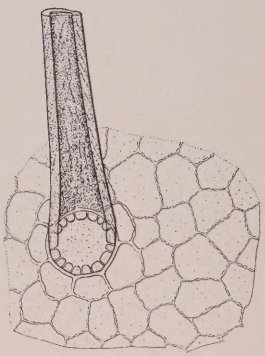


Abb. 425. Epidermis der Blattoberseite des Brombeerblattes mit Borstenhaar (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Das unterhalb der Oberhaut liegende Palisadenparenchym enthält zwischen den Palisadenzellen größere Kristallzellen, in denen entweder große Einzelkristalle oder Kristalldrusen liegen (Abb. 426 und 427). Zwischen Palisadenparenchym und unterer Epidermis befindet sich ein zartes Schwammparenchym.

Die Epidermis der Blattunterseite hat Zellen mit stark gewellten, zarten Wänden und enthält Spaltöffnungen (Abb. 428). Oberhalb der Blattnerven entspringen zahlreiche schlanke und bis auf den basalen Teil stark verdickte Haare mit oft gelblichen Inhaltsstoffen; neben diesen bis zu 750 μ großen Haaren kommen in geringerer Anzahl mehrzellige, aus Zellreihen aufgebaute Drüsenhaare mit dunklem, länglichen Kopfende vor (Abb. 429).

Erdbeerblätter.

Die Teilblättchen der 3zähligen Erdbeerblätter (*Fragaria*-Arten, Fam. Rosaceae) sind ungleichmäßig eiförmig und haben einen grobgezähnten

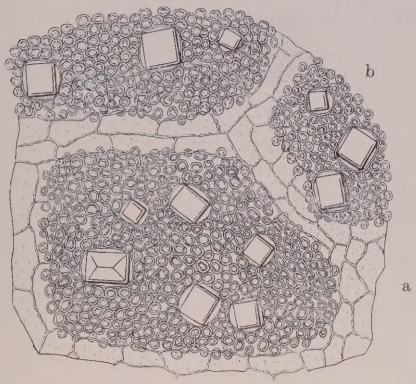


Abb. 426. Einzelkristalle im Palisadenparenchym des Brombeerblattes. (Flächenansicht der Blattoberseite.) a Epidermiszellen oberhalb eines Nerven. b Palisadenparenchym mit Kristallen. Vergr. 200fach.

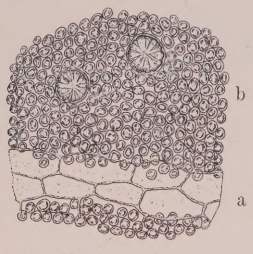


Abb. 427. Kristalldrusen im Palisadenparenchym des Brombeerblattes (Flächenansicht der Blattoberseite). a Epidermiszellen oberhalb eines Nerven; b Palisadenparenchym mit Kristalldrusen. Vergr. 200fach.

Abb. 428. Epidermis der Blattunterseite des Brombeerblattes (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Abb. 429. Spitzhaare (links) und Drüsenhaare (rechts) von der Unterseite des Brombeerblattes. Vergr. 200fach.

Rand. Die parallel verlaufenden Seitennerven gehen in spitzem Winkel von der Mittelrippe ab (Abb. 430). Die Oberseite der Blätter ist glatt, die Unterseite vor allem auf den Nerven anliegend behaart.

Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus gleichmäßig polygonalen Zellen mit fast geraden Wänden; Spaltöffnungen fehlen, ebenso sind Haare meist nicht vorhanden. Die Epidermiszellen der Blattunterseite zeigen in der Flächenansicht mit Ausnahme der an den Blattnerven vorkommenden gestreckten Zellen wellig gebogene Wände (Abb. 431); die zahlreichen kleinen Spaltöffnungen bieten keine besonderen Merkmale.

Abb. 430. Erdbeerblättchen (Selbstdruck). Nat. Gr.

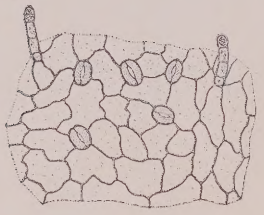


Abb. 431. Epidermis der Unterseite des Erdbeerblattes mit Drüsenhaaren (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

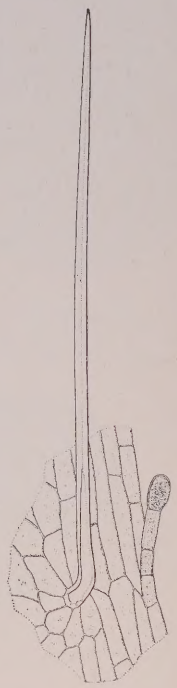


Abb. 432. Epidermis der Blattunterseite des Erdbeerblattes (aus der Nähe eines Blattnerven). Vergr. 200fach.

Charakteristisch ist die Behaarung der Blattunterseite; vor allem in der Nähe der Blattnerven finden sich reichlich einzellige, mit Ausnahme des basalen Teiles fast ganz verdickte Haare, die dicht oberhalb der Ansatzstelle in einem kurzen Bogen gekrümmt sind und deshalb eine gewisse Ähnlichkeit mit den Haaren des Teeblattes haben (Abb. 432). Außer diesen Haaren treten über die ganze Blattunterseite verstreut kurze Drüsenhaare mit wenigzelligem Stiel und einzelligem Köpfchen auf (Abb. 431 und 432). Das Mesophyll der Blätter zeigt vor allem in der Nähe der Blattnerven Kristalldrusen und Einzelkristalle.

Rosenblätter.

Die Teilblättchen der unpaarig gefiederten Rosenblätter (*Rosa canina* L. und andere *Rosa*-Arten, Fam. Rosaceae) sind zugespitzt eiförmig und am Rande scharf gezähnt bis gesägt (Abb. 433); die Zähne enden in kleinen, braunen Drüsenzotten.

Abb. 433. Rosenblättchen. (Selbstdruck.) Nat. Gr.

Abb. 434. Epidermis der Blattoberseite von *Rosa canina* L. (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Die von einer feinkörnigen Cuticula bedeckten Epidermiszellen der Blattoberseite sind verhältnismäßig groß und haben undeutlich getüpfelte, wellig gebogene Wände (Abb. 434); Spaltöffnungen fehlen.

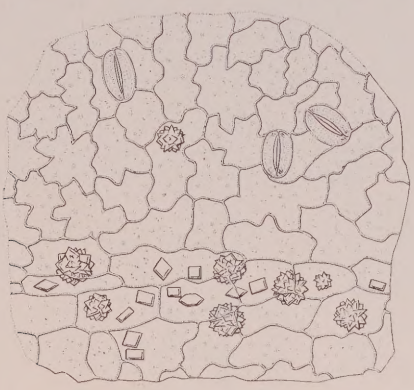


Abb. 435. Epidermis der Blattunterseite von *Rosa canina* L. mit Einzelkristallen und Kristalldrusen der inneren Blattschichten (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Die Epidermiszellen der Blattunterseite sind ähnlich gebaut, haben aber stärker, oft fast zackig gewellte Wände. Die hier vorhandenen Spaltöffnungen sind länglich gestreckt und sehr unregelmäßig verteilt. Unterhalb der Epidermis, vor allem in der Nähe der Blattnerven, liegen reichlich Drusen und Einzelkristalle aus Kalziumoxalat (Abb. 435).

Kirschenblätter.

Die fast eiförmigen Blätter der Sauerkirsche oder Weichsel, *Prunus cerasus* L. (Fam. Rosaceae), sind gestielt und haben einen doppelt gesägten Rand mit stumpfen Zähnen und sehr kleinen Drüsenzotten (Abb. 436). Am Uebergang des Stieles zur Blattspreite befindet sich beiderseits eine rotbraune Drüse. Die Behaarung der Blätter ist überaus spärlich oder fehlt ganz.

Abb. 436. Blatt der Sauerkirsche (Selbstdruck). Nat. Gr.

Die schwach gewellten Epidermiszellen der Blattoberseite sind von einer gerieften Cuticula bedeckt (Abb. 437). Die Epidermiszellen der Blattunterseite (Abb. 438) erscheinen

Abb. 437. Epidermis und Cuticularstreifung der Oberseite des Sauerkirschenblattes in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Abb. 438. Epidermiszellen und Cuticularleisten der Unterseite des Sauerkirschenblattes (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

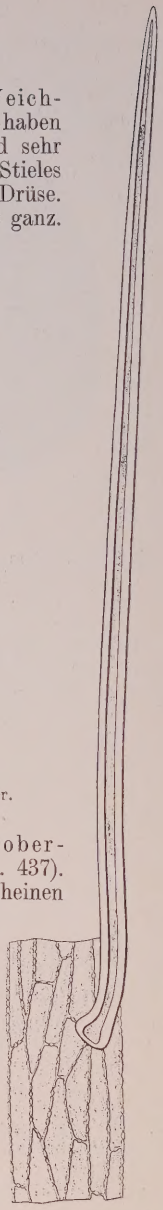


Abb. 439. Haar und Epidermiszellen von der Unterseite des Sauerkirschenblattes. Vergr. 200fach.

ebenfalls gestreift und stärker gewellt; die oberhalb der Blattnerven liegenden Zellen haben eine gestreckte Form, sowie stärker verdickte und deutlich getüpfelte Wände. Ganz vereinzelt entspringen hier lange, einzellige Haare mit gelblich braunem Inhalt (Abb. 439). In der Nähe der Blattnerven treten meist Oxalatdrusen auf. Spaltöffnungen finden sich nur auf der Blattunterseite.

Die Blätter der Süßkirsche (*Prunus avium* L.) sind weit größer als die der Sauerkirsche und vor allem auf den Nerven der Blattunterseite stärker behaart. Das mikroskopische Bild ähnelt sehr dem der Sauerkirsche; in der Nähe der Gefäßbündel treten neben Drusen reichlich Einzelkristalle von Kalziumoxalat auf.

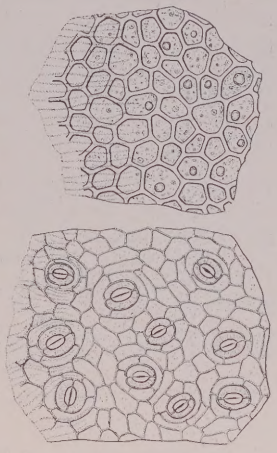


Abb. 440. Oberhaut des Mateblattes (Flächenansichten). Oben: Blattoberseite, unten: Blattunterseite. Vergr. 200fach.

Mate.

Die über Feuer getrockneten und dann zerkleinerten Blätter von *Ilex paraguariensis* St. Hil. und anderen südamerikanischen *Ilex*-Arten (Fam. Aquifoliaceae) liefern den in Südamerika überall verbreiteten Paraguaytee, der bei uns unter dem Namen Mate im Handel ist. In seinen Ursprungsländern wird dieser Tee als Yerba oder Herva bezeichnet, während „Mate" der Name für das aus dem Flaschenkürbis hergestellte Gefäß ist, aus dem der Tee mit der rohrförmigen „Bombilla" getrunken wird.

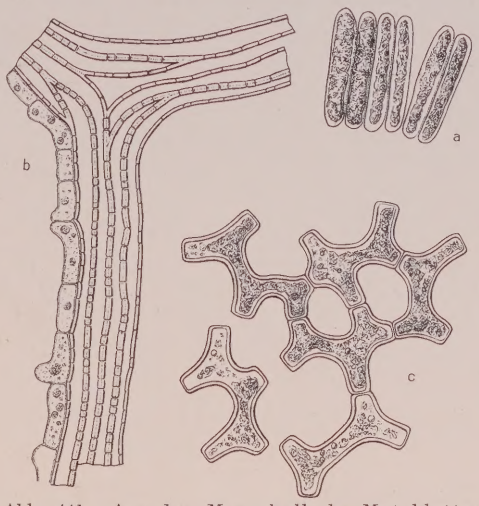


Abb. 441. Aus dem Mesophyll des Mateblattes (Quetschpräparat). a) Palisadenzellen, b) Faserzellen der Blattnerven, c) Schwammparenchym. Vergr. 200fach.

Die großen, derben Blätter von *Ilex paraguariensis* haben einen kerbig gesägten Rand und eine kahle Oberfläche. Querschnitte zeigen unter einer oberen Epidermis mit vereinzelten Schleimzellen ein gestrecktes Palisadenparenchym, hieran anschließend ein derbes Schwammgewebe mit großen Interzellularräumen sowie die mit Spaltöffnungen stark durchsetzte untere Epidermis; die inneren Gewebe enthalten oft große Kalziumoxalatdrusen, seltener Einzelkristalle. Die halbkreisförmigen Gefäß-

bündel der Hauptnerven sind allseitig von einem Belag aus Faserzellen eingeschlossen.

Im allgemeinen wird man auf die Herstellung von Querschnitten verzichten können, da Quetschpräparate die einzelnen Gewebeschichten genügend deutlich erkennen lassen. Die obere Epidermis besteht in Flächenansichten aus isodiametrischen, in der Nähe der Nerven oft reihenförmig angeordneten Zellen mit mäßig verdickten und zuweilen undeutlich getüpfelten Wänden; oberhalb der Epidermiszellen verlaufen die feinen Riefen der Cuticularstreifung (Abb. 440).

Das Mesophyll des Blattes läßt Palisadenzellen, sehr charakteristisches, derbwandiges Sternparenchym mit Resten von Chlorophyllkörnern, sowie die zahlreichen Gefäßbündel mit den begleitenden langgestreckten und mäßig verdickten Faserzellen erkennen (Abb. 441).

Die untere Epidermis (Abb. 440) besteht aus zartwandigen Zellen, in welche zahlreiche große, elliptische Spaltöffnungen, sowie vereinzelte Wasserspalten eingestreut sind, um welche sich die benachbarten Oberhautzellen kreisförmig gruppieren. Eine Cuticularstreifung ist auch auf der unteren Epidermis deutlich sichtbar.

Tabak.

Herkunft und Herstellung der Tabakprodukte.

Die Blätter verschiedener, in Amerika heimischer *Nicotiana*-Arten, vor allem *Nicotiana tabacum* L. und *Nicotiana rustica* L. (Fam. Solanaceae), liefern Tabak. Der echte oder virginische Tabak, *Nicotiana tabacum* L., hat große, eiförmig-lanzettliche, ganzrandige Blätter, die ungestielt sind und mit der verschmälerten Basis am Stengel herablaufen oder am Grunde geöhrt sind. Die Sekundärnerven entspringen in einem fast rechten Winkel am Hauptnerv und bilden in der Nähe des Blattrandes Schlingen. Der Bauerntabak, *Nicotiana rustica* L., hat gestielte, herzeiförmige Blätter.

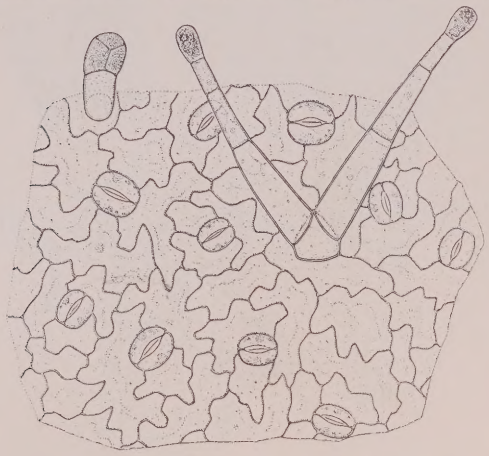


Abb. 442. Epidermis der Blattunterseite des Tabakblattes (Flächenansicht) mit einem kleinen und einem verzweigten Drüsenhaar. Vergr. 200fach.

Das Ausgangsmaterial für die Tabakfabrikation ist der Rohtabak; er wird aus den getrockneten Blättern durch einen Gärungsprozeß gewonnen, wobei die Blätter auf Haufen geschichtet werden und sich braun färben.

Zur Herstellung des Rauchtabaks wird der Rohtabak durch Auslaugen der Blätter mit Wasser oder stark verdünnten Säuren, durch

Imprägnieren oder Saucierung mit aromatischen Stoffen, sowie durch Behandlung mit salpeterhaltigen Lösungen zur Erhöhung der Glimmfähigkeit verbessert. Der Rauchtabak kommt als geschnittener Tabak oder in Form von Zigarren und Zigaretten in den Handel.

Schnupftabak wird aus saucierten, d. h. mit Lösungen verschiedener aromatischer Stoffe und Gewürze imprägnierten Blättern hergestellt, die nach einer erneuten Gärung getrocknet und fein zerkleinert werden.

Kautabak ist ebenfalls sehr stark, vor allem mit Tabaklaugen sauciert und mit Gewürzauszügen aromatisiert. Die Handelsware besteht meist aus gepreßten Tafeln oder rollenförmigen Stücken.

Bau des Tabakblattes.

Die Untersuchung des anatomischen Baues der Tabakblätter erfolgt an Quer- und Flächenschnitten; als Untersuchungsmaterial dienen am besten lebende Blätter oder der überall erhältliche Rohtabak. Dieser wird zunächst in warmem Wasser aufgequollen und vor dem Schneiden in Alkohol übertragen.

Querschnitte zeigen die üblichen Bauverhältnisse des dorsiventralen Blattes: obere Epidermis, Palisadengewebe, Schwammparenchym, untere Epidermis. Von diesen Schichten sind die beiderseitige Epidermis, sowie das durch Kristallsandzellen ausgezeichnete Schwammparenchym für den Nachweis von Tabakprodukten wichtig.

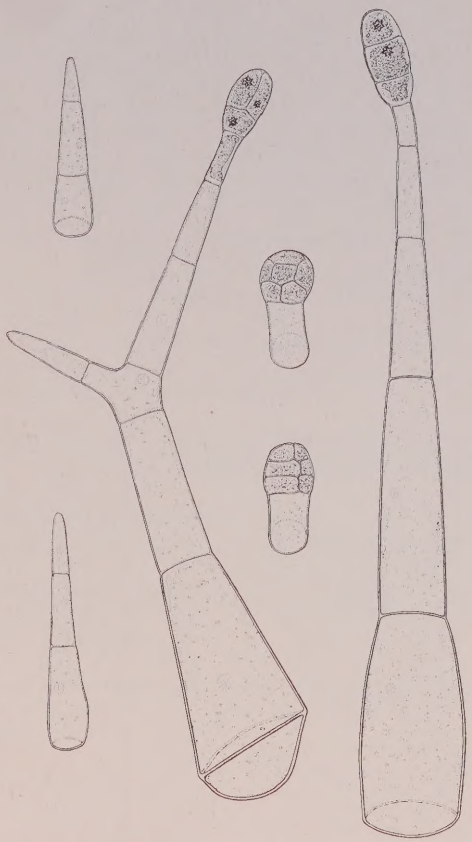
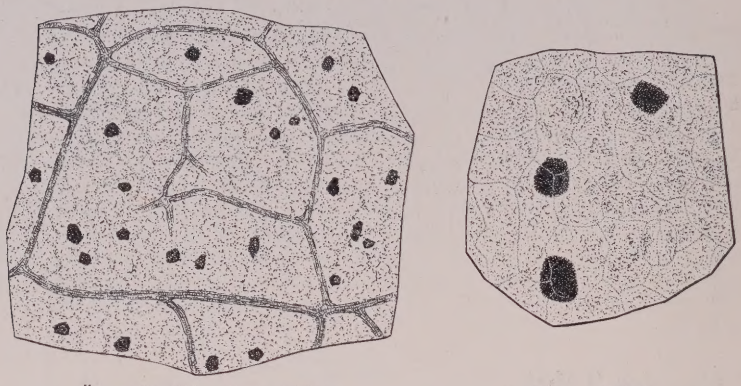


Abb. 443. Haare des Tabakblattes. Links Salthaare, rechts und in der Mitte große und kleine Drüsenhaare. Vergr. 200fach.

Die Epidermis der Blattober- und -unterseite zeigt sich in Flächenansichten (Abb. 442) annähernd gleich gebaut, jedoch ist die Zahl der Spaltöffnungen auf der Unterseite weit größer als auf der Blattoberseite; die Spaltöffnungen sind mit deutlichem Vorhof versehen. Die Epidermiszellen haben wellig gebogene Membranen.

Aus der Epidermis entspringen in großer Zahl die für die Erkennung von Tabakblättern besonders wichtigen und charakteristischen Haare; sie sind entweder als Drüsenhaare oder als gewöhnliche (Saft-) Haare ausgebildet und weisen mannigfache Formen auf.



Übersichtsbild. Vergr. 50fach. Vergr. 200fach.

Abb. 444. Bruchstücke des Tabakblattes mit Kristallsandmassen (nach Aufhellung mit Chloralhydrat). Vergr. 50- und 200fach,

Bei den Drüsenhaaren, die an Zahl überwiegen, lassen sich folgende Formen unterscheiden (Abb. 443):

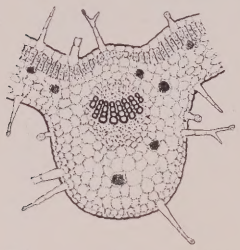


Abb. 445. Querschnitt durch eine Nebenrippe des Tabakblattes. Übersichtsbild. Vergr. 20fach.

Zwergdrüsenhaare mit kurzem, einzelligem, oft gekrümmtem Stiel und großem, mehrzelligen Drüsenkopf.

Unverzweigte, lange Drüsenhaare aus reihenförmig angeordneten Zellen mit einem zuweilen aus mehreren Zellreihen bestehenden Drüsenköpfchen, das gelbbräunlichen Inhalt führt. Die Zellen des Köpfchens enthalten oft kleine Kristalldrusen aus oxalsaurem Kalk.

Verzweigte Drüsenhaare, deren Seitenarme den unverzweigten, langen Drüsenhaaren gleichen.

Bei den gewöhnlichen oder Safthaaren können wir ebenfalls zwischen verzweigten und unverzweigten Formen unterscheiden. Die Haare bauen sich aus einer Reihe dünnwandiger Zellen auf; die Endzellen sind zugespitzt, die Basalzellen größer und derber als die übrigen.

Auf Flächenansichten des Tabakblattes treten gleichzeitig stets die besonders charakteristischen Kristallsandzellen des Mesophylls hervor (Abb. 445); sie scheinen als dunkle Massen durch das fast farblose Oberhautgewebe hindurch.

Querschnitte durch die Blattrippen oder -nerven zeigen ein bikollaterales Gefäßbündel von eiförmiger bis sichelförmiger Gestalt, das einen inneren Gefäßteil und nach Blattober- und -unterseite hin je einen Siebteil aufweist (Abb. 444). Die kleineren Gefäße sind spiralig oder treppenförmig

verdickt, die größeren haben Hoftüpfel. Die Siebteile werden nicht von Bastfasern begleitet, dagegen ist das ganze Gefäßbündel von einem Kollenchymstrang umgeben.

Untersuchung von Rauchtabak.

Nachweis der Tabakblätter.

Das Untersuchungsmaterial wird in warmem Wasser erweicht, wobei sich die Blattfragmente ausbreiten und geschmeidig werden. Nach der Vorprüfung mit bloßem Auge und Lupenbetrachtung kommt ein Teil des Materials auf einige Zeit in Chloralhydrat und wird hierin später mikroskopisch untersucht; der Rest wird in Alkohol überführt, um gegebenenfalls Flächenschnitte durch die Oberhaut und Querschnitte durch die Blattnerven herstellen zu können; die Untersuchung der Schnitte erfolgt ebenfalls in Chloralhydrat oder in Javellescher Lauge.

Tabakblätter sind an folgenden Merkmalen zu erkennen:

Kristallsandzellen im Schwammparenchym. Da solche Zellen in vielen Solanaceenblättern vorkommen, ist weiter auf die folgenden Kennzeichen zu achten:
Drüsenhaare und Safthaare der oben beschriebenen Formen,
Form der Epidermiszellen,
Form und Verteilung der Spaltöffnungen.

In Zweifelsfällen müssen Querschnitte durch die Blattrippen angefertigt werden; die Gefäßbündel sind an dem bikollateralen Bau zu erkennen; Bastfasern fehlen.

Blätter anderer Pflanzen liegen vor, wenn

der Blattrand nicht ganzrandig ist,
Kristallsandzellen fehlen,
Kristalldrusen, Einzelkristalle oder Raphiden auftreten,
Haarbildungen fehlen oder abweichend gebaute Haare vorhanden sind,
die Gefäßbündel nicht bikollateral gebaut sind,
Bastfasern in den Leitbündeln auftreten.

Auf die besonderen Merkmale einiger als Zusatz zu Rauchtabak in Frage kommender Blätter sowie auf den Nachweis von Tabakstrunken ist im Folgenden kurz eingegangen.

Tabakstrunke.

Tabakstengel oder -strunke sind an dem Vorhandensein zahlreicher verholzter Gewebeelemente, insbesondere an großen Gefäßen mit Hoftüpfeln, Holzfasern, hohen Markstrahlreihen aus getüpfelten Markstrahlzellen sowie an großen, gelben Bastfasern zu erkennen; das Rindenparenchym der Strunke enthält schlauchförmig gestreckte Kristallsandzellen.

Brombeer-, Erdbeer-, Rosen- und Kirschenblätter.

Die Merkmale dieser Blätter sind bereits früher (S. 207—212) beschrieben; von Tabakblättern unterscheiden sie sich durch den gesägten Blattrand, die abweichende Nervatur, einzellige, meist gestreckte Haare und das Auftreten von Drusen oder Einzelkristallen aus Kalziumoxalat.

Buchenblätter.

Die kurzgestielten Blätter der Buche (*Fagus silvatica* L., Fam. Fagaceae) haben eine fast eiförmige Gestalt, einen buchtig gezähnten und oft durch zahlreiche Haare gewimperten Rand, sowie eine sehr charakteristische Aderung, bei der zahlreiche, gleich starke Nebenrippen geradlinig vom Mittelnerv bis zum Rand verlaufen (Abb. 446). Die Nerven tragen vor allem auf der Blattunterseite Haare.

Abb. 446. Buchenblatt (Selbstdruck). Nat. Gr.

Abb. 447. Blattunterseite des Buchenblattes in Flächenansicht. Epidermis mit darunter liegenden Kristallzellen aus der Nähe der Blattnerven. Vergr. 200fach.

Zwischen den stark wellig konturierten Oberhautzellen liegen auf der Blattunterseite zahlreiche Spaltöffnungen (Abb. 447), während die Blattoberseite keine besitzt. Die an den Adern entspringenden Haare sind einzellig, zugespitzt, im unteren Teil scharf geknickt und haben oben ein strichförmiges Lumen, an der Basis braunen Zellinhalt. Das Mesophyll besteht aus einem mehrschichtigen Palisadenparenchym und Schwammparenchym mit Oxalatdrusen. Die kollateralen Gefäßbündel werden von Kristallkammerzellen mit Einzelkristallen begleitet.

Runkelrübenblätter.

Die großen, herz-eiförmigen Blätter der Runkel- und Zuckerrübe, *Beta vulgaris* L. (Fam. Chenopodiaceae), sind gebuchtet-ganzrandig und kahl.

Querschnitte durch das Blatt zeigen: obere Epidermis, Palisadenschicht, Schwammparenchym und untere Epidermis. Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus dünnwandigen, polygonalen Zellen; die Epidermis der Blattunterseite (Abb. 448) enthält zwischen ähnlich gebauten Zellen zahlreiche ovale Spaltöffnungen. Diagnostisch wichtig ist der hohe Gehalt des Meso-

phylls an Kristallsandzellen. Da das Vorkommen von Kristallsand auch für Tabakblätter charakteristisch ist, so muß auf die weiteren Unterschiede des Blattbaues, insbesondere den Bau der Epidermis und der Gefäßbündel, sowie vor allem auf das Fehlen von Haarbildungen geachtet werden.

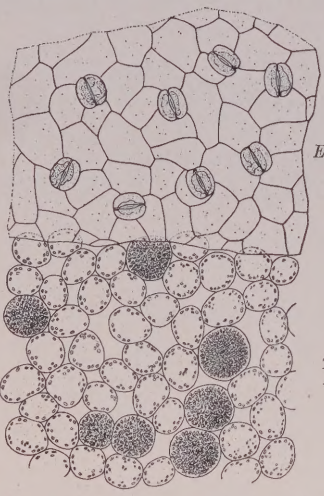


Abb. 448. Blattunterseite des Rübenblattes in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Untersuchung des Schnupftabaks.

Schnupftabak erfordert zur mikroskopischen Prüfung oft keine besondere Vorbehandlung; die Untersuchung erfolgt in Wasser, wässeriger Jodlösung und in Chloralhydrat. Unter Umständen empfiehlt sich vorhergehendes Aufkochen des Untersuchungsmateriales in stark verdünnter Lauge.

Bestandteile des Tabakblattes sind an den Kristallsandzellen und den allerdings meist stark zertrümmerten Haaren zu erkennen.

Schnupftabak enthält neben Tabak meist noch andere Bestandteile; oft ist der Gehalt an solchen Zusätzen, die nicht immer als Verfälschungen angesprochen werden können, sondern zum Teil als Aromatisierungsstoffe

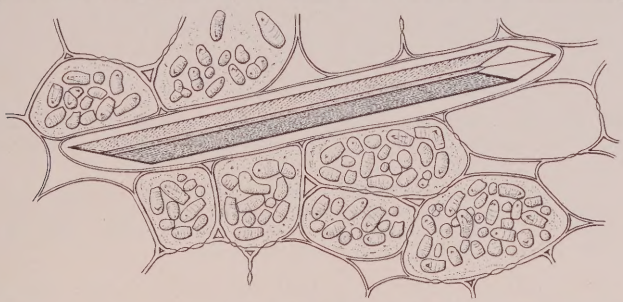


Abb. 449. Stärkezellen und Kalziumoxalatkristall der Veilchenwurzel. Vergr. 200fach.

unentbehrlich sind, größer als der Tabakgehalt. Die wichtigsten, hierher gehörenden Stoffe sind an folgenden Merkmalen zu erkennen:

1. Zimt (S. 316): kleine, oft zusammengesetzte Stärkekörner, braune Parenchymzellen, Steinzellen, derbe Bastfasern.

2. Gewürznelken (S. 285): kleinzelliges Oberhautgewebe, Parenchym mit Ölbehältern, zarte Gefäßbündel mit vereinzelten, spindelförmigen Bastfasern, Kristallkammerfasern mit Drusen, 3-kantige Pollenkörner.

3. Koriander (S. 282): schichtenweise sich kreuzende Faserzellen mit darunter verlaufenden, langen, schmalen Querzellen.

4. Kalmus (S. 307): Reihen gerundeter Parenchymzellen mit kleinen Stärkekörnern, größere, rundliche Ölzellen.

5. Veilchenwurzel: Das aus den geschälten Rhizomen von *Iris germanica* L. und anderen *Iris*-Arten (Fam. Iridaceae) hergestellte Mehl findet außer zu kosmetischen Zwecken bei der Fabrikation des Schnupftabakes Verwendung. Die Hauptmasse des Mehles besteht aus grobgetüpfelten Parenchymzellen, die reichlich Stärkekörner enthalten (Abb. 449). Diese sind fast stets einfach, bis zu 30 μ lang, eiförmig bis unregelmäßig keulenförmig, an einem Ende meist abgestutzt, während das andere gerundete Ende den stark exzentrisch gelegenen Kern enthält. Die feine Schichtung ist nur undeutlich zu erkennen.

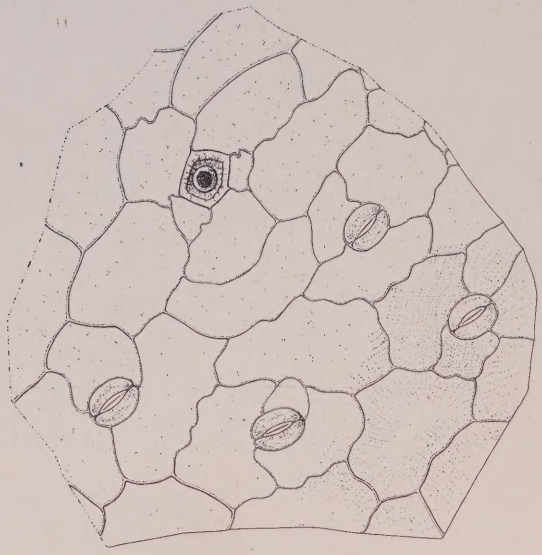


Abb. 450. Blattunterseite von *Liatris odoratissima* Willd. in Flächenansicht. Epidermiszellen mit Spaltöffnungen und einem versenkten Drüsenhaar. Vergr. 200fach.

Zwischen den Stärkezellen liegen in besonderen, langgestreckten Zellen außerordentlich große, prismenförmige Oxalatkristalle (Abb. 449), deren Bruchstücke im Verein mit den Stärkekörnern genügend Anhaltspunkte zum Nachweis von Bestandteilen der Veilchenwurzel geben.

6. Kirschblätter (S. 212): Epidermiszellen mit geriefter Cuticula, lange einzellige Haare, Oxalatdrusen in der Nähe der Blattnerven.

7. Blüten des Steinklees, *Melilotus officinalis* Desr. und anderer *Melilotus*-Arten (Fam. Leguminosae). Charakteristisch für die wegen ihres Cumaringehaltes verwendeten Blüten sind: glatte, länglich-runde Pollenkörner, lange Kelchhaare mit warziger Oberfläche, in der Nähe der Gefäßbündel verlaufende Kristallkammerfasern mit großen, monoklinen Einzelkristallen von Kalziumoxalat.

8. Blätter des Vanillewurzelkrautes, *Liatris odoratissima* Willd. Die stark cumarinhaltigen Blätter dieser amerikanischen Komposite sind wohl das wichtigste Aromatisierungsmittel. Die Epidermis der Blätter wird aus auffallend großen Zellen gebildet, die von einer fein gerieften Cuticula bedeckt sind (Abb. 450).

Spaltöffnungen finden sich auf beiden Blattseiten; besonders charakteristisch sind die versenkt liegenden, aus einer einfachen Zellreihe aufgebauten Drüsenhaare (Abb. 451); an älteren Blättern sind oft nur die Gruben der herausgefallenen Drüsenhaare zu erkennen.

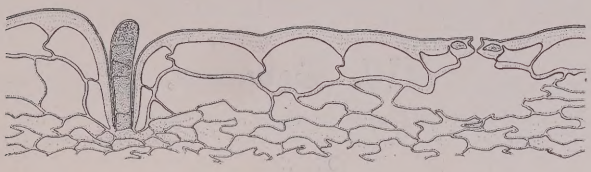


Abb. 451. Querschnitt durch die Blattunterseite von *Liatris odoratissima* Willd. Links Drüsenhaar, rechts Spaltöffnung. Vergr. 200fach.

Untersuchung des Kautabaks.

Der stets stark saucierte Kautabak muß vor der mikroskopischen Prüfung in verdünnter Lauge gekocht werden, um die bei der mikroskopischen Betrachtung störenden Stoffe zu extrahieren. Die Untersuchung selbst erfolgt zweckmäßig in Chloralhydrat oder in Javellescher Lauge, nachdem das Untersuchungsmaterial zunächst längere Zeit in diesen Aufhellungsmitteln gehalten ist.

Als Zusätze und Verfälschungsmittel des Kautabaks kommen in der Hauptsache die gleichen Ausgangsstoffe in Betracht, die bei der Besprechung des Rauch- und Schnupftabaks angeführt sind.

VIII. Gewürze.

(Samen und Früchte.)

Pfeffer.

Herkunft und Gewinnung.

Pfefferkörner sind die Früchte von *Piper nigrum* L., einem in Südasien heimischen Kletterstrauch aus der Familie der Piperaceen. Außer in seiner indischen Heimat wird der Pfeffer heute in verschiedenen tropischen Ländern kultiviert, jedoch kommt die Hauptmenge des Pfeffers nach wie vor aus Indien und von den benachbarten Inseln.

Abb. 452. Schwarzer (links) und weißer (rechts) Pfeffer. Vergr. 2fach.

Man unterscheidet schwarzen und weißen Pfeffer. Beide stammen von *Piper nigrum* L.; der schwarze Pfeffer ist die vollständige, aber unreife Frucht, der weiße Pfeffer die reife aber unvollständige, d. h. der äußeren Fruchtwandschichten beraubte Frucht (Abb. 452). Zur Gewinnung des schwarzen Pfeffers werden die Früchte in noch unreifem, grünen Zustande geerntet und in der Sonne oder am Feuer rasch getrocknet, wobei sie runzlig werden und schwarzbraune Farbe annehmen. Bei der Gewinnung des weißen Pfeffers werden die zur Zeit der beginnenden Reife leuchtend roten Früchte entweder auf einige Tage zur Fermentation in Haufen geschichtet oder in Wasser eingelegt, wodurch die äußeren Schichten der Fruchtwand erweicht werden und sich nunmehr leicht zerreiben und entfernen lassen. Bei der trockenen Aufbereitung werden die Früchte zunächst getrocknet und dann maschinell geschält.

Bau der Pfefferfrucht.

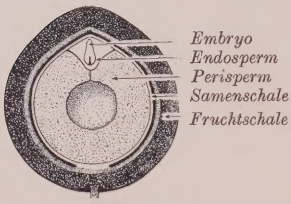


Abb. 453. Längsschnitt durch die Pfefferfrucht. Vergr. 5fach.

Die Pfefferfrucht sieht beerenartig aus, ist aber infolge der Ausbildung eines lückenlosen Endokarps aus Steinzellen eine Steinfrucht. Längsschnitte durch die Frucht zeigen einen von der Fruchtwand eingeschlossenen Samen, der zum größten Teil aus dem stark entwickelten, innen ausgehölten, grauweißen Perisperm besteht. Am oberen Ende des Samens befindet sich unter dem Narbenrest ein in das Perisperm eingebettetes, kleines Endosperm, in diesem der winzige, nur bei genauer Untersuchung auffindbare Keimling (Abb. 453).

Der Durchmesser der Pfefferkörner des Handels beträgt etwa 5 mm. Weißer Pfeffer ist, obwohl aus reiferen und an sich größeren Früchten

stammend, nicht größer als schwarzer Pfeffer, da ihm die äußeren Fruchtwandschichten fehlen. Die feine, an der Oberfläche des weißen Pfeffers zu beobachtende Aderung (Abb. 452) zeigt an, wie weit die äußere Fruchtwand entfernt ist; die von der Basis des Korns zum Scheitel meridianartig verlaufenden Adern entsprechen den in der Mitte der Fruchtwand liegenden Gefäßbündeln.

Mikroskopische Untersuchung des schwarzen Pfeffers.

Zur Herstellung guter Schnitte empfiehlt sich vorhergehendes mehrtägiges Einlegen gequollener Pfefferkörner in Alkohol-Glyzerin. Die Unter-

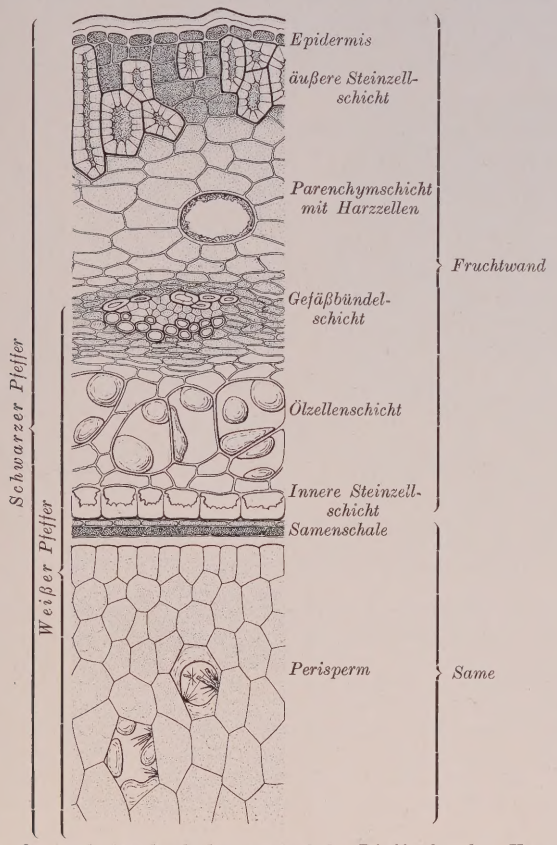


Abb. 454. Querschnitt durch den Randteil der Pfefferfrucht. Vergr. 200fach.

suchung selbst erfolgt in Wasserpräparaten, in Phloroglucin-Salzsäure und in Chloralhydrat.

Querschnitte durch die Frucht zeigen von außen nach innen: Fruchtwand, Samenschale und Perisperm. Auf die Untersuchung des kleinen Endosperms und des noch kleineren Keimlings kann verzichtet werden.

Die Fruchtwand besitzt folgende Schichten (Abb. 454):

1. die äußere Epidermis aus kleinen polygonalen Zellen mit dunkelbraunem Inhalt und starker Cuticula;
2. ein Hypoderm, meist als äußere Steinzellschicht bezeichnet. Die im allgemeinen mehrzellige, durch eingestreute parenchymatische Zellen unregelmäßig zerklüftete Schicht enthält quadratische bis radial gestreckte Steinzellen mit stark verdickten, verholzten, glänzend gelben und geschichteten Membranen mit deutlichen Tüpfelkanälen; das Lumen der Zellen führt dunkelbraunen Inhalt und ist meist kleiner als die Wanddicke;
3. großzelliges, parenchymatisches Gewebe mit eingestreuten rundlich-ellipsoidalen Harzzellen und ganz vereinzelten Steinzellen;
4. kleinzellige, parenchymatische Schichten mit Gefäßbündeln, denen nach außen sklerenchymatische Zellen vorgelagert sind;

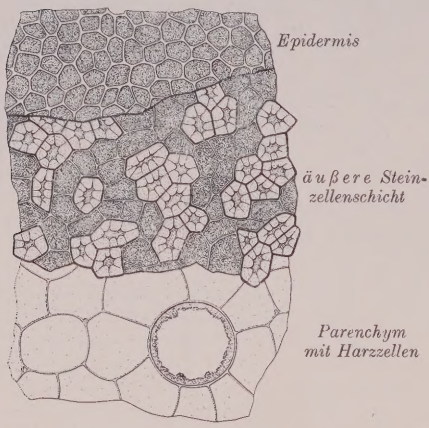


Abb. 455. Aeußere Schichten der Pfefferfruchtwand im Flächenschnitt. Vergr. 200fach. (Nur im schwarzen Pfeffer.)

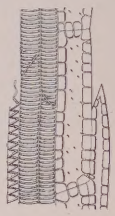


Abb. 456. Gefäßbündelfragment der Pfefferfruchtwand mit begleitenden Steinzellen. (Im schwarzen und im weißen Pfeffer) Vergr. 200fach.

5. die Ölzellenschicht aus fast lückenlos zusammenschließenden, großen, ölhaltigen Zellen, die von kleineren, zuweilen deutlich getüpfelten und sich mit Phloroglucin + Salzsäure rot färbenden Zellen begleitet werden;
6. das Endokarp, meist als innere Steinzellschicht bezeichnet, bildet eine ununterbrochene Schicht aus hufeisenförmig verdickten und verholzten Zellen mit blaßgelben Wänden; Zellinhalt fehlt. Der Steinzellschicht liegt noch eine Schicht dünnwandiger, hellbrauner Zellen an, die der innersten Fruchtwandschicht entspricht.

Auf Flächenschnitten, von denen zweckmäßig mehrere Schnitte nacheinander an der gleichen Stelle angefertigt werden, zeigen sich die eben erwähnten Schichten in folgender Weise:

1. die Epidermis erscheint als kleinzelliges Gewebe mit dunkelbraunen Zellinhaltsstoffen (Abb. 455);
2. die äußere Steinzellschicht wird aus gruppenweis angeordneten Steinzellen gebildet, zwischen denen braune, parenchymatische Zellen liegen (Abb. 455);

3. und 4. das parenchymatische Mesokarp enthält große Harzzellen (Abb. 455) sowie Gefäßbündel mit englumigen, spiral- oder ringförmig verdickten Gefäßen. Unter den begleitenden Sklerenchymzellen finden sich mannigfache Übergangsformen von dünnwandigen Steinzellen zu stark verdickten Bastfasern (Abb. 456);
5. die Ölzellenschicht besteht aus großen Ölzellen und schwach getüpfelten Zellen von parenchymatischer Form (Abb. 457);
6. die innere Steinzellschicht ist eine lückenlose Lage aus regelmäßig polygonalen, allseitig gleichmäßig und nicht zu stark verdickten Zellen mit mäßig getüpfelten Wänden (Abb. 457). Sie ist fast farblos, erscheint aber infolge der unter ihr liegenden braunen Zellagen, die der innersten Fruchtwandschicht und der Samenschale entsprechen, meist gleichmäßig braun gefärbt (Abb. 458).

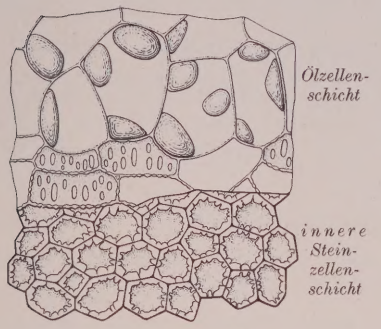


Abb. 457. Innere Schichten der Pfefferfruchtwand in Flächenansicht. Vergr. 200fach. (Im schwarzen und im weißen Pfeffer.)

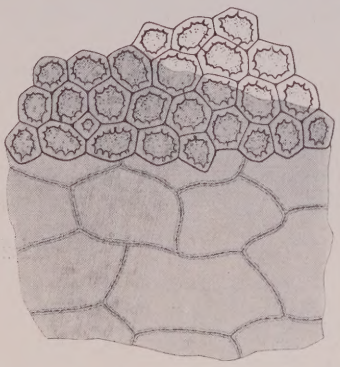


Abb. 458. Pigmentzellen der Pfeffersamenschale mit darüber liegenden Steinzellen des Endokarps. Vergr. 200fach. (Im schwarzen und im weißen Pfeffer.)

Die Samenschale liegt der Fruchtwand unmittelbar an; sie besteht aus einer äußeren Schicht brauner Pigmentzellen und einer inneren farblosen Schicht aus völlig kollabierten Zellen; diese sind mit den darunter liegenden Perispermzellen so eng verbunden, daß sie leicht als Wandverdickungen der äußersten Perispermzellen angesprochen werden (Abb. 454). In Flächenschnitten zeigt sich die gleichmäßig braune Pigmentschicht aus großen Zellen mit undeutlich konturierten Wänden zusammengesetzt (Abb. 458).

Der Same des Pfefferkorns besteht fast ganz aus dem Gewebe des Perisperms; dieses wird aus dünnwandigen, parenchymatischen Zellen gebildet, deren Größe von außen nach innen zunimmt. Die äußerste oder die äußeren Schichten enthalten Aleuron und keine oder nur wenig Stärke, während weiter innen typische Stärkezellen liegen, zwischen welche in regelmäßiger Verteilung gelbe Ölzellen eingestreut sind (Abb. 454).

Die Stärkekörner des Pfefferperisperms sind auffallend klein (2 μ), eckig-rundlich, oft mit winziger Kernhöhle. Teils finden sie sich in den Zellen so dicht gelagert, daß die ganzen Zellen mit Stärke vollgepfropft er-

scheinen; andere Zellen zeigen hochzusammengesetzte Stärkekörner („Stärkekugeln"), die am besten sichtbar werden, wenn zu einem Wasserpräparat vom Rande des Deckgläschens her Chloralhydrat oder sehr verdünnte wässerige Jodlösung tritt (Abb. 459).

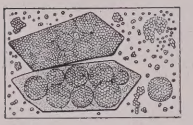


Abb. 459. Stärke des Pfefferperisperms. Vergr. 200fach.

Die zwischen den Stärkezellen liegenden gelben Ölzellen enthalten gleichzeitig das Piperin, einen in Wasser unlöslichen und geschmacklosen Stoff; Geruch und Geschmack des Pfeffers werden durch das in den Ölzellen befindliche ätherische Öl sowie durch harzartige Stoffe bewirkt. Der Nachweis von Piperinkristallen erfolgt in Wasserpräparaten, die aus trokkenen Pfefferkörnern hergestellt sind, wobei nach einiger Zeit in den Hohlräumen der Ölzellen nadelförmige oder prismatische Kristalle auftreten. Infolge ihres Piperingehaltes färben sich die Ölzellen in konzentrierter Schwefelsäure braunrot.

Mikroskopische Untersuchung des weissen Pfeffers.

Der weiße Pfeffer unterscheidet sich vom schwarzen Pfeffer dadurch, daß die außerhalb der Gefäßbündelzone der Fruchtwand liegenden Perikarpschichten, also vor allem auch die äußeren Steinzellschichten, fehlen. Im übrigen ist der mikroskopische Bau der gleiche wie bei schwarzem Pfeffer (vgl. Abb. 454, 456—459).

Pfefferpulver.

Aus schwarzem Pfeffer hergestelltes Pulver ist schmutzig-grau und enthält zahlreiche dunkle Teilchen; solches aus weißem Pfeffer sieht ziemlich gleichmäßig hellgrau aus.

Zur mikroskopischen Prüfung empfehlen sich neben Wasserpräparaten solche in Chloralhydrat und in Phlorogluzin + Salzsäure.

Der weitaus größte Teil des Pfefferpulvers besteht im mikroskopischen Bilde aus hellgrauen oder weißlichen Klumpen, die im auffallenden Lichte, also bei abgedrehtem Spiegel, rein weiß aussehen. Stärkere Vergrößerung zeigt, daß die Klumpen aus den Stärkezellen des Perisperms gebildet werden; auch die winzigen Stärkekörner selbst sind im Präparat massenhaft festzustellen. Daneben fallen vor allem braune oder gelbbraune Fragmente auf, die von der Fruchtwand oder der Samenschale herrühren und für die endgültige Diagnose, insbesondere auch für die Beantwortung der Frage, ob es sich um weißen oder schwarzen Pfeffer handelt, von Wichtigkeit sind.

Sowohl im weißen wie im schwarzen Pfeffer finden sich die Bruchstücke der inneren Steinzellschicht; diese Fragmente sind gelbbraun und bestehen aus einer lückenlosen Schicht regelmäßig polygonaler, mäßig verdickter Steinzellen mit gezackt unregelmäßiger Tüpfelung (Abb. 458). Die Steinzellen selbst sind fast farblos, die braune Färbung wird durch die anhaftenden braunen Zellschichten, vor allem der Samenschale, bedingt.

Dagegen finden sich die dunkelbraunen Fragmente der äußeren Steinzellschichten der Fruchtwand besonders reichlich im schwarzen und nur ganz vereinzelt im weißen Pfeffer. Diese Steinzellen bilden niemals eine geschlossene Schicht, sondern liegen gruppenweise zusammen (Abb. 455); die Form der Steinzellen ist unregelmäßig, die glänzend gelben Membranen sind stark verdickt und haben schmale Tüpfelkanäle; das Lumen hat braunen Inhalt.

Bezüglich der weiteren, diagnostisch weniger wichtigen Bestandteile der Fruchtwand sei auf die obigen Ausführungen verwiesen.

Verfälschungen ganzer Pfefferkörner.

Künstliche Pfefferkörner aus Stärke mit Zusatz von Pfefferbestandteilen und Preßrückständen von Ölfrüchten sind meist schon rein äußerlich und daran zu erkennen, daß sie in Wasser leicht zerfallen. Der Handelsware zugesetzte Früchte oder Samen von anderen Pflanzen, insbesondere von Leguminosen, z. B. der Mungobohne (S. 80), sind ebenfalls meist schon durch die Form leicht von Pfefferkörnern zu unterscheiden. Größere Ähnlichkeit haben die Früchte des mit *Piper nigrum* verwandten Kubebenpfeffers, *Piper Cubeba* L. fil., die zuweilen im schwarzen Pfeffer vorkommen. Auf die mikroskopischen Merkmale der Kubebenfrüchte ist weiter unten (S. 230) eingegangen; äußerlich unterscheiden sie sich von Pfefferkörnern vor allem durch die stielartige Ausgestaltung des unteren Fruchtteiles (vgl. Abb. 464).

Verfälschungen von Pfefferpulver.

Weit wichtiger und häufiger als Beimischungen fremder Samen oder Früchte zu unzerkleinerten Pfefferkörnern sind Verfälschungen des Pfefferpulvers, da sich das charakteristische Aussehen gemahlenen Pfeffers durch geeignete Kombination der verschiedensten Rohstoffe leicht nachahmen läßt. Mikroskopisch lassen sich solche Verfälschungen stets sicher nachweisen. Im einzelnen sei auf folgendes hingewiesen:

Pfefferschalen.

Die bei der Herstellung des weißen Pfeffers in großer Menge abfallenden Fruchtschalenteile werden vielfach wieder zur Fälschung von Pfefferpulver benutzt. Liegen in einem angeblichen Pfefferpulver nur Teile der äußeren Fruchtwandschichten, also insbesondere die charakteristischen Steinzellgruppen vor, während Bruchstücke des Pfefferperisperms und der geschlossenen inneren Steinzellschicht mehr oder minder fehlen, so ist damit die Verwendung von Fruchtschalen zu Fälschungszwecken bewiesen. Handelt es sich aber um einen Zusatz von Schalen zu gemahlenem echten Pfeffer, so ist der Nachweis nur dann möglich, wenn das übliche Mengenverhältnis von Perisperm zu äußeren Fruchtwandbestandteilen wesentlich verschoben wird.

Pfefferspindeln.

Unbedeutende Reste der Fruchtspindeln (Abb. 460) können in jedem Pfeffer vorkommen; stärkerer Zusatz ist an dem Vorliegen größerer Gefäße, zahlreicher verholzter Steinzellen

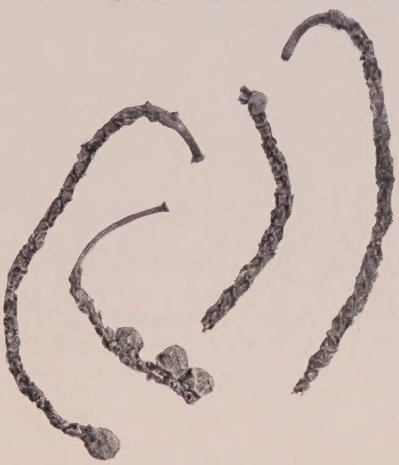


Abb. 460. Pfefferspindeln, zum Teil mit noch anhaftenden Früchten. Nat. Gr.

und Bastfasern, getüpfelter Zellen parenchymatischer Form sowie an den charakteristischen Haaren zu erkennen, die an den Ansatzstellen der Früchte entspringen. Schabepräparate von den schüsselförmigen Ansatzstellen enthalten reichlich solche vielzelligen Haare mit hell- bis dunkelbraunem Inhalt (Abb. 461).

Abb. 461. Haare der Pfefferspindel. Vergr. 200fach.

Langer Pfeffer und Kubebenpfeffer.

Die Fruchtstände bzw. Früchte beider ebenfalls zur Gattung *Piper* gehörenden Pflanzen sind als Ersatz- bzw. Fälschungsmittel des schwarzen Pfeffers nachgewiesen; die mikroskopischen Merkmale und Unterschiede sind weiter unten (S. 229 u. 230) angegeben. Charakteristisch ist für beide in erster Linie die innere Steinzellschicht der Fruchtwand, die gegenüber der entsprechenden Schicht von *Piper nigrum* wesentliche Unterschiede zeigt.

Mehl und Brot.

Die kleinen Stärkekörner des Pfefferperisperms sind so charakteristisch, daß jede Anwesenheit fremder Stärkekörner ohne weiteres kenntlich ist. Zusatz von Mehlen läßt sich außerdem durch die für Mehle in Frage kommenden Gewebeelemente nachweisen. Brot ist an den mehr oder minder strukturlosen Stärkemassen, die sich bei Jodzusatz langsam von außen nach innen violett färben, zu erkennen.

Getreidespelzen und Kleie.

Spelzen sind vor allem an den durch wellenförmige Membranen charakterisierten Oberhautzellen und den dazwischen liegenden Kurzzellen zu erkennen. Zusatz von Kleie aus Getreidefrüchten verrät sich durch Aleuronzellen sowie durch die Längs- und Querzellen der Fruchtwand (vgl. Abschnitt II).

Holz und Rinde.

Bei Zusatz von Sägemehl sind Gefäße, Tracheiden und sonstige für Holz charakteristische Elemente vorhanden (S. 69). Gepulverte Baumrinde enthält Faserzellen, Steinzellen, Korkgewebe und oft Oxalatkristalle.

Pressrückstände von Ölfrüchten.

Bei der großen Vielgestaltigkeit der Ölfrüchte lassen sich allgemeine Angaben über den Nachweis von Preßrückständen im Pfefferpulver nicht machen. In erster Linie kommen Cruciferensamen (Raps, Rübsen), Lein, Erdnuß, Oliven, Kokosnuß, Palmkerne und Mandeln in Frage, die an folgenden Merkmalen zu erkennen sind.

Cruciferensamen (S. 52 und 109): Steinzellschichten mit oder ohne Maschenzeichnung, mit darunterliegenden Pigment- und Aleuronzellen (vgl. auch Senf, S. 238).

Lein (S. 113): Längsfaserschicht mit Ringzellen, Pigmentzellen mit dicht getüpfelten Membranen.

Erdnuß (S. 124): Oberhautzellen der Samenschale mit sägeartigen Membranverdickungen und rotbraunem Inhalt, getüpfelte Kotyledonarzellen mit Aleuron- und wenigen runden Stärkekörnern.

Olivenkernmehl (S. 138): Farblose Steinzellen von unregelmäßiger Form und schlanke Faserzellen, die im polarisierten Licht im Gegensatz zu den glänzend gelb scheinenden Steinzellen des Pfeffers weiß aufleuchten.
Oliventrester (S. 138): Geweihsteinzellen.
Kokosnuß (S. 142): gestreckte, gleichmäßig weite Zellen mit glänzenden, mäßig verdickten Wänden.
Palmkerne (S. 143): mäßig gestreckte Zellen mit glänzenden, knotig verdickten Wänden und großen, rundlichen Tüpfeln.
Mandeln (S. 151): Tonnenförmige Steinzellen der Samenschale, Gewebetrümmer aus kleinen, stärkefreien Zellen.

Bezüglich des Nachweises sonstiger Preßrückstände sei auf die früheren Ausführungen verwiesen:

Mohn (S. 116), Bucheckern (S. 118), Hanf (S. 119), Sesam (S. 121), Soja (S. 122), Sonnenblume (S. 126), Saflor (S. 129), Nigersaat (S. 131), Baumwolle (S. 132), Kapok (S. 135), Rizinus (S. 138), Kandelnuß (S. 140), Mowra (S. 141), Vegetabilisches Elfenbein (S. 145), Haselnuß (S. 147), Walnuß (S. 149), Paranuß (S. 150).

Gepulverte Schalen von Ölfrüchten, insbesondere Nußschalen, kommen ebenfalls in Pfefferpulvern vor; sie sind an den zahlreichen Steinzellen zu erkennen, deren besondere Merkmale früher beschrieben sind.

Sumachblätter.

Gemahlene Blätter der zu Gerbezwecken verwendeten Sumachpflanzen, des Gerber-Sumachs (*Rhus coriaria* L., Fam. Anacardiaceae), des Myrten-Sumachs (*Coriaria myrtifolia* L., Fam. Coriariaceae) u. a. sind verschiedentlich im Pfefferpulver nachgewiesen. Die Bruchstücke solcher Blätter färben sich mit Eisenchlorid dunkel bis tiefschwarz. Blätter von *Rhus* sind an den zahlreichen Deck- und Drüsenhaaren zu erkennen. Die ersten sind borstenförmig und leicht gekrümmt. Die Drüsenhaare sind niedrig und durch senkrechte Scheidewände mehrfach geteilt. Bezüglich der Merkmale der Blätter von *Coriaria myrtifolia* L. sei auf die später gegebene Beschreibung (S. 322) verwiesen.

Außer den vorstehend genannten sind eine ganze Anzahl weiterer Blätter im Pfefferpulver nachgewiesen.

Langer Pfeffer.

Die walzenförmigen Fruchtstände des Langen Pfeffers, die in zerkleinertem Zustande als Pfeffer-ersatz Verwendung finden, stammen von den auf den Sundainseln heimischen bzw. im indisch-malayischen Gebiet verbreiteten *Piper officinarum* (Miq.) C. DC. und *P. longum* L. Die Fruchtstände enthalten in spiraliger Anordnung (Abb. 462) zahlreiche kleine Steinfrüchtchen, die ähnliche Bauverhältnisse aufweisen wie die Früchte des schwarzen Pfeffers. Vor allem ähneln die äußeren Fruchtwandschichten, insbesondere die durch braunes Parenchym unterbrochenen Steinzellgruppen den entsprechenden Fruchtwandteilen des schwarzen Pfeffers; das Perisperm besteht auch hier aus dünnwandigen Stärkezellen, jedoch sind die Stärkekörner etwas größer, ebenso fehlen die bei *Piper nigrum* im Perisperm vorhandenen Ölzellen. Der Hauptunterschied liegt in der Ausbildung des Endokarps, das beim langen Pfeffer zwar ebenfalls als innere

Abb. 462. Fruchtstand des Langen Pfeffers. Nat. Gr.

Steinzellschicht entwickelt ist, aber aus ganz anders geformten Zellen besteht. Die Zellen sind im Querschnitt auffallend flach, in den meist anzutreffenden Flächenansichten lang gestreckt mit stark getüpfelten Seitenwänden (Abb. 463).

Kubebenpfeffer.

Die Früchte des auf den Inseln des Indischen Archipels heimischen Kubeben- oder Stielpfeffers, *Piper Cubeba* L. fil., werden meist als Droge verwendet, daneben jedoch auch als Gewürz, sowie in extrahiertem

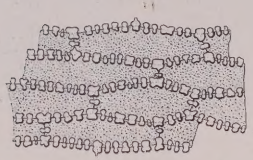


Abb. 463. Innere Steinzellschicht (Endokarp) des Langen Pfeffers (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

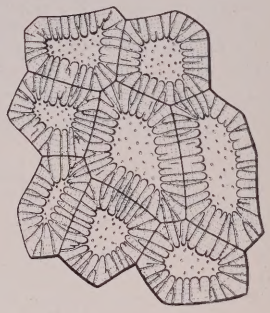


Abb. 464. Kubebenfrüchte. Nat. Gr.

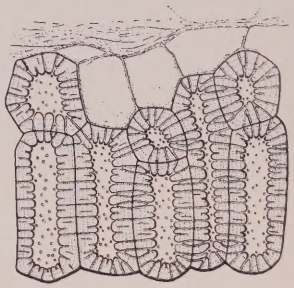


Abb. 465. Innere Steinzellschicht (Endokarp) des Kubebenpfeffers, Flächenansicht (oben) und Querschnitt (unten). Vergr. 200fach.

Zustande zuweilen zur Verfälschung des schwarzen Pfeffers gebraucht. Bis auf den stielförmig ausgebildeten unteren Teil der Frucht haben sie eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit Pfefferkörnern (Abb. 464). In unreif geernteten Früchten füllt der Samenkern die Fruchthöhle oft nicht ganz aus.

Im anatomischen Bau liegen vielfache Übereinstimmungen mit schwarzem Pfeffer vor; der Hauptunterschied besteht in der verschiedenartigen Ausbildung des Endokarps, das bei *Piper Cubeba* aus einer einfachen bis doppelten Lage besonders großer Steinzellen gebildet wird; ihre Wände erscheinen stark und allseitig gleichmäßig verdickt und sind von zahlreichen Tüpfelkanälen durchsetzt (Abb. 465).

Paprika.

Herkunft und Bau der Frucht.

Als Paprika, spanischer oder türkischer Pfeffer werden die Früchte von *Capsicum annuum* L. bezeichnet, einer einjährigen aus Mittel- und Südamerika stammenden und heute in zahlreichen Spielarten überall in wärmeren Ländern angebauten Solanacee. Form, Größe und Farbe der Früchte variieren weitgehend, ebenso Gehalt und Art des in ihnen enthaltenen Capsaicins, das den brennend scharfen Geschmack der meisten Früchte bewirkt und ihre Verwendung als Gewürz bedingt; gewisse mildschmeckende Sorten werden aber auch als Salat oder gekocht genossen.

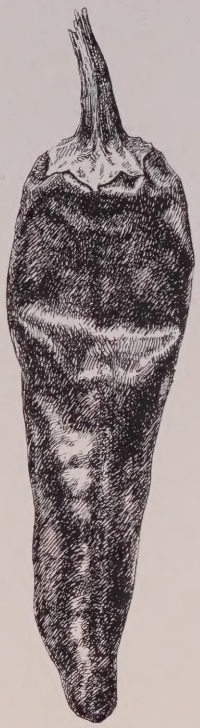


Abb. 466. Paprika-Frucht (*Capsicum annuum* L., Handelsware). Nat. Gr.

Die Früchte von *Capsicum annuum* (Abb. 466) sind meist kegelförmige, längliche Beeren von bedeutender Größe. Der beerenartige Charakter der Frucht geht bei der Reife durch Eintrocknen verloren; dabei bleibt aber die äußere Form der Frucht erhalten. Ihre Farbe ist meist rot, die Oberfläche hoch glänzend; Stiel und Kelch sind an den Früchten der Handelsware wohl stets noch vorhanden. Querschnitte zeigen eine unvollständige Fächerung der aus drei Fruchtblättern bestehenden Frucht; an den zentralen Plazenten der Scheidewände sitzen zahlreiche kleine, scheibenförmige Samen.

Da im Paprikapulver nicht nur Bestandteile der allein wertvollen Fruchtwand und der Samen, sondern auch solche von Fruchtstiel und Kelch vorkommen können, ist die Kenntnis des anatomischen Baues aller Teile erforderlich, um die Qualität von Paprikapulvern beurteilen zu können.

Bau der Fruchtwand.

Querschnitte durch die Fruchtwand lassen folgende Schichten erkennen (Abb. 467):

1. das Exokarp aus Epidermiszellen mit stark verdickten Außenwänden;
2. derbwandige Hypodermzellen, deren Wandverdickungen kollenchymatischen Charakter zeigen; an diese schließen sich in allmählichem Übergang
3. parenchymatische Zellschichten mit vereinzelten kleinen Gefäßbündeln;
4. eine einfache Schicht auffallend großer Riesenzellen mit dazwischen liegenden, kleinen, kollabierten Zellen;
5. die innere Epidermis aus parenchymatischen Zellen mit gruppenweis eingestreuten, verholzten und mäßig verdickten Steinzellen.

Vor allem Epidermis- und Hypodermzellen, aber auch die anschließenden parenchymatischen Zellschichten enthalten in ihrem Innern kleine orangerote Chromoplasten und ähnlich gefärbte Öltropfen, während der sonstige

Inhalt meist verschwunden ist. Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure färbt die karotinhaltigen Chromoplasten blau und zeigt gleichzeitig, daß Epidermis- und Hypodermzellen verkorkt sind.

Flächenschnitte durch die äußeren Fruchtwandschichten (Abb. 468) zeigen derbwandige polyedrische Epidermiszellen mit deutlich getüpfelten Seitenwänden; die darunter liegenden, im Querschnitt kollenchymatischen Schichten sehen in Flächenschnitten ähnlich wie die Epidermiszellen aus; ihre innersten Zellen haben gekörnelte Wände.

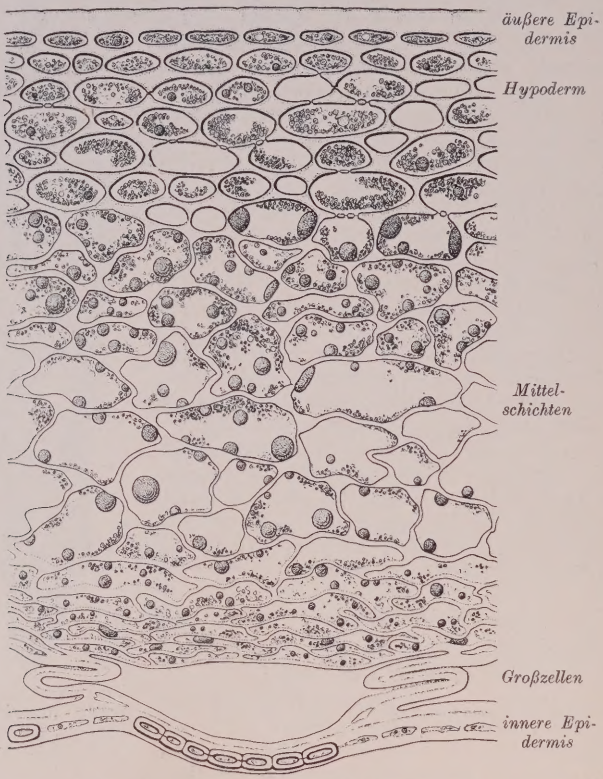


Abb. 467. Querschnitt durch die Paprika-Fruchtwand. Vergr. 200fach.

Flächenschnitte durch die inneren Fruchtwandschichten geben sehr charakteristische Bilder (Abb. 469). Überall sind in das sonst dünnwandige, aus parenchymatischen oder kollabierten Zellen bestehende Gewebe der inneren Fruchtwandepidermis Steinzellnester eingestreut, deren Zellen meist gestreckt sind und eine eigenartig gebuchtete Form haben. Bei stärkerer Vergrößerung zeigen sich die geschlängelten Wände deutlich fein getüpfelt; in Phloroglucin + Salzsäure treten die Steinzellen besonders hervor, da sie verholzt sind und sich rot färben.

Querschnitte durch die nach innen vorspringenden Scheidewände der Fruchtwand, die an ihren Enden die Plazenten tragen, zeigen eine

aus parenchymatischen Zellen bestehende Epidermis, in welche Gruppen etwas höherer, dünnwandiger Drüsenzellen eingestreut sind; die über diesen liegende Cuticula ist dadurch abgehoben, daß zwischen Drüsenzellen und Cuticula ein gelbes, oft kristallinisch erstarrtes Öl abgeschieden ist, welches das scharf schmeckende Capsaicin enthält (Abb. 470). Durch Geschmacksprüfung an den verschiedenen Stellen der Fruchtwand kann man sich leicht davon überzeugen, daß nur an den Drüsenzellen der Scheidewände Capsaicin erzeugt wird.

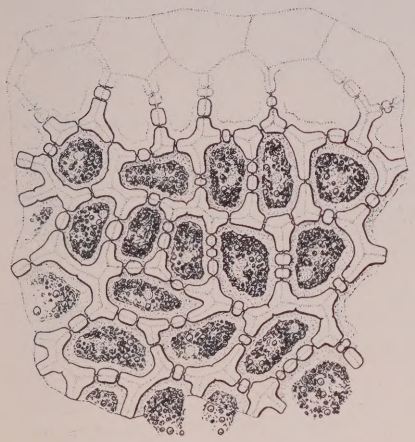


Abb. 468. Äußere Oberhaut der Paprika-Fruchtwand (Flächenansicht), Epidermiszellen und Cuticula. Vergr. 200fach.

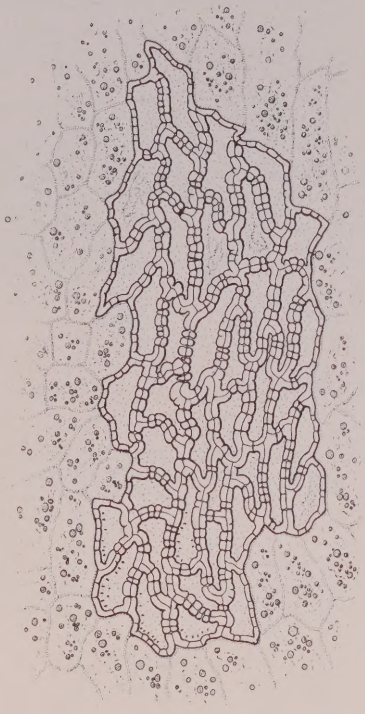


Abb. 469. Steinzellnest der inneren Oberhaut der Paprika-Fruchtwand. (Flächenansicht.) Vergr. 200fach.

Bau der Samen.

Die im Innern der Paprikafrucht reichlich enthaltenen Samen sind klein, scheibenförmig flach mit gewulstetem Rand und von hellgelber Farbe (Abb. 471); sie bestehen aus Samenschale, Endosperm und einem kleinen spiralförmigen, in das Endosperm eingebetteten Embryo.

Abb. 470. Querschnitt durch den Randteil der Paprika-Fruchtscheidewand mit epidermalen Capsaicin-Drüsen. Vergr. 200fach.

Abb. 471. Paprika-Samen (links) und Samen des Cayennepfeffers (rechts) Nat. Gr.

Die Samenschale wird aus 5—6 Zellschichten gebildet, von denen aber nur die Zellen der Epidermis deutlich sichtbar sind, während die anderen Schichten weniger auffallen oder auch kollabiert scheinen (Abb. 472).

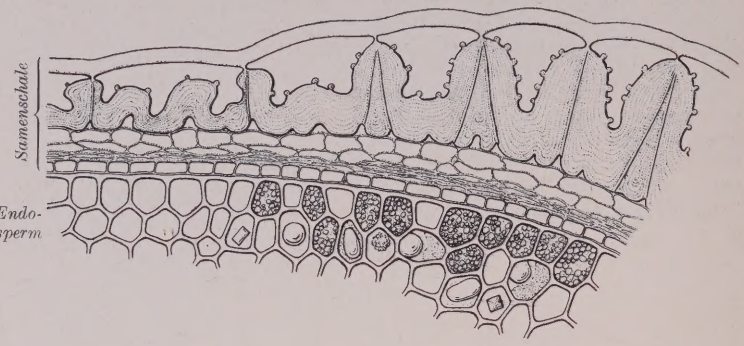


Abb. 472. Querschnitt durch den Randteil des Paprikasamens. Vergr. 200fach.

Die Epidermiszellen sind groß und an den Flachseiten des Samens niedrig; an dem wulstförmigen Samenrand nimmt ihre Höhe wesentlich zu, so daß sie hier fast säulenförmig werden. Stets sind die Innenwände und die radialen Seitenwände der Epidermiszellen stark verdickt; die Verdickungen sind gelblich und deutlich geschichtet. Außerdem heben sie sich vielfach wellig empor, so daß eigenartige Bilder entstehen, die den Epidermiszellen den Namen „Gekrösezellen" eingetragen haben. Der inneren Oberfläche der Verdickungsschichten sind warzenförmige Körnchen aufgelagert, deren Zahl aber bei den verschiedenen Paprikasorten stark schwankt. In Phloroglucin + Salzsäure erfolgt Rotfärbung der Zellwände.

Abb. 473. Gekrösezellen der Paprika-Samenschale (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Flächenschnitte durch die Samenschale zeigen, daß die radialen Seitenwände der Gekrösezellen stark geschlängelt sind (Abb. 473); dadurch, daß die Verdickungsschichten, vor allem die der Innenwand, wellig emporgewölbt sind, wird das mikroskopische Bild oft unübersichtlich.

Das Gewebe des Endosperms ist verhältnismäßig derbwandig (Abb. 472); die Zellen des Embryos sind dagegen zart. Der Inhalt besteht aus Fett und Aleuronkörnern.

Bau des Fruchtstieles und des Kelches.

Die Handelsware der Paprikafrucht enthält fast stets noch den grünen Fruchtstiel und den Kelch.

Querschnitte durch den im Innern hohlen Fruchtstiel zeigen einen ringförmigen, aus bikollateralen Gefäßbündeln hervorgegangenen Holzteil, der aus großen Tüpfelgefäßen sowie aus Tracheiden und mäßig langen Holzfasern mit Spaltentüpfeln aufgebaut ist. Radiale Längsschnitte zeigen außerdem Reihen von quadratischen und stark getüpfelten Markstrahlzellen. Der äußere Bastteil enthält Gruppen besonders derber und langer Bastfasern. In den parenchymatischen Rindenzellen kommt Kristallsand vor.

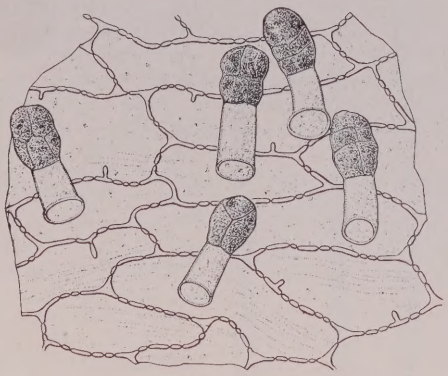


Abb. 474. Epidermiszellen und Drüsenhaare von der Oberseite der Kelchblätter der Paprikafrucht (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Für den Kelch ist die beiderseitige Epidermis charakteristisch; die der Frucht zugewendete Oberhaut hat keine Spaltöffnungen, dafür mehrzellige Köpfchenhaare, deren Endzellen rotbraunen Inhalt aufweisen (Abb. 474). Die Epidermis der Unterseite wird aus flachen Zellen gebildet und enthält Spaltöffnungen. Das Mesophyll des Kelches besteht aus lockerem Parenchym mit Kristallsandzellen.

Untersuchung des Paprikapulvers.

Das beste Paprikapulver geht unter dem Namen „süßer“ oder „Rosenpaprika“; zu seiner Herstellung werden die Scheidewände entfernt und die Fruchtwände gewaschen, ebenso die Samen, falls solche mit vermahlen werden. In gewöhnlichen Paprikasorten werden die Früchte und Samen ganz und ohne weitere Vorbehandlung vermahlen; minderwertige Paprikapulver enthalten außerdem Kelch- und Fruchtstielbestandteile, sowie die bei der Fabrikation des Rosenpaprika abfallenden Scheidewände der Fruchtwand.

Zur Untersuchung des Paprikapulvers empfehlen sich Präparate in Wasser, in Jodjodkali, in Ammoniak, in Chloralhydrat und in Phloroglucin + Salzsäure; sollten die roten Öltröpfchen der Fruchtwandgewebe die Untersuchung zu stark stören, so ist vorhergehende Entfettung durch Behandlung mit Äther oder Alkohol notwendig.

Das mikroskopische Bild ist verschieden, je nachdem ob nur Bestandteile der Fruchtwand oder auch solche des Samens und des Fruchtstieles und Kelches vermahlen sind. Für die Fruchtwand sind die Gewebe der Exokarpschichten sowie die Steinzellnester der inneren Fruchtwand charakteristisch, für Samen die Gekrösezellen der Samenschalenepidermis. Bestandteile des Fruchtstieles sind an dem Vorliegen zahlreicher Gefäße, Holzfasern, Markstrahlzellen und derber Bastfasern zu erkennen, der Kelch wird an Oberhautgewebe mit Spaltöffnungen oder Drüsenhaaren nachgewiesen.

Verfälschungen des Paprikapulvers.

Da Paprika für Gebrauchszwecke meist in Pulverform und häufig gefälscht in den Handel kommt, hat die mikroskopische Prüfung auf fremde Zusätze praktische Bedeutung. Die Herstellung der zur Prüfung von Paprikapulvern erforderlichen Präparate ist bereits im vorigen Abschnitt angegeben.

Abb. 475. Holzfasern des Sandelholzes. Vergr. 200fach.

Als Verfälschungsmittel kommen Mehle und sonstige stärkehaltige Pflanzenteile, Kleie, gemahlene Spelzen, Preßrückstände von Ölfrüchten, gemahlene Rinde, Gewürze, Holzmehl, zur Beschwerung Mineralbestandteile und zur Verbesserung des Aussehens Farbstoffe in Frage.

Zusatz von Mehlen und stärkehaltigen Pflanzenteilen ist in Jodpräparaten leicht festzustellen, da Paprika praktisch stärkefrei ist. Bezüglich des Nachweises der Preßrückstände von Ölfrüchten sei auf die entsprechenden Ausführungen bei der Pfefferverfälschung verwiesen (S. 228). Gemahlene Rinde ist an Korkzellen, großen Kalziumoxalatkristallen und Bastfasern zu erkennen. Von beigemischten fremden Gewürzen sind vor allem weißer Pfeffer (S. 226) und Kurkuma (S. 303) zu erwähnen; Zusatz von Kurkuma verrät sich durch große, gelblich gefärbte Ballen aus verkleisterter Stärke.

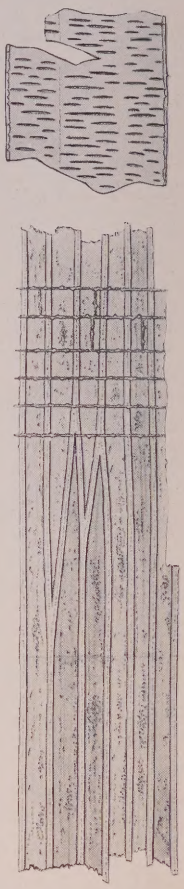


Abb. 476. *Cedrela*-Holz. Holzfasern (unten) und Bruchstück eines Gefäßes (oben). Vergr. 200fach.

Bei dem Zusatz von Holzmehl kommt weniger Coniferenholz, das an den Tracheiden mit Hoftüpfeln leicht zu erkennen ist (vgl. Abb. 126), als vielmehr Holz verschiedener Dikotyledonen in Frage. Das wichtigste Verfälschungsmittel ist das Rote Sandelholz (Abb. 475), das von einer ostindischen Papilionacee, *Pterocarpus santalinus* L. fil., stammt und wegen seiner Farbe auch sonst zur Fälschung von Gewürzen verwandt wird. Es ist mikroskopisch leicht an den gefärbten Elementen des Holzkörpers

zu erkennen, die in Wasser orangerot, in Lauge purpurrot erscheinen. Außerdem ist die Form der einzelnen Zellelemente sehr charakteristisch. Besonders häufig sind lange Holzfasern mit einem stärkeren mittleren Bauchteil und schwanzförmig verschmälerten Enden. Daneben finden sich Bruchstücke großer Tüpfelgefäße, quadratische Markstrahlzellen und Holzparenchym mit großen Kristallen.

Von geringerer Bedeutung ist der Zusatz von Zigarrenkistenholz, das von der südamerikanischen Meliacee *Cedrela odorata* L. und anderen Meliaceengattungen stammt. Die Bruchstücke des Cedrelaholzes (Abb. 476) sind entweder farblos oder leicht gelblich gefärbt und bestehen hauptsächlich aus Holzfasern, die kürzer und zerbrechlicher, außerdem niemals schwanzförmig zugespitzt sind wie beim Sandelholz. Neben den Holzfasern kommen Bruchstücke großer Tüpfelgefäße vor.

Zusatz von Mineralbestandteilen läßt sich durch Ausschütteln einer Probe in Chloroform, sowie durch Untersuchung im polarisierten Licht nachweisen, falls nicht die chemische Prüfung vorgezogen wird. Besteht Verdacht auf künstlichen Farbstoffzusatz, so empfehlen sich Glyzerinpräparate, in denen sich die fremden Farbstoffpartikelchen ohne weiteres von den gelbroten Öltröpfchen unterscheiden lassen.

Cayennepfeffer.

Die Früchte der in mannigfachen Spielarten anzutreffenden, strauchartigen Solanacee *Capsicum frutescens* L. werden als Chillies oder Cayennepfeffer bezeichnet und als Gewürz verwendet; sie sind im Geschmack noch weit schärfer als die Früchte von *Capsicum annuum* und unterscheiden sich von diesen außerdem dadurch, daß sie wesentlich kleiner, oft nur 0,5—2 cm lang sind (Abb. 477).

Abb. 477. Früchte des Cayennepfeffers. Handelsware. Nat. Gr.

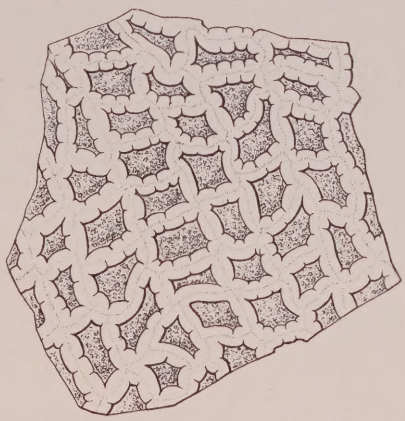


Abb. 478. Oberhautzellen der Fruchtwand des Cayennepfeffers in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Im anatomischen Bau machen sich nur schwache Unterschiede bemerkbar. Die Epidermiszellen der Fruchtwand sind kleiner, annähernd quadratisch und reihenförmig angeordnet, die Tüpfelung ist weit zarter als beim Paprika (Abb. 478). Die bei der Paprikafrucht unterhalb der Epidermis liegenden mächtigen Kollenchymschichten fehlen beim Cayennepfeffer. Die innere Epidermis weist, abgesehen von einer meist geringeren Zellgröße, den gleichen Bau, also eingestreute Steinzellnester auf.

Die Samen des Cayenne-Pfeffers sind ebenfalls nicht so groß wie die Samen der Paprikafrucht (Abb. 471, S. 233). Dementsprechend sind auch die einzelnen Zell- und Gewebeelemente kleiner; in der Form ähneln sie jedoch durchaus den entsprechenden Teilen des Paprikasamens.

Senf.

Allgemeines.

Die Samen verschiedener *Brassica-* und *Sinapis*-Arten (Fam. Cruciferae) werden als Senfsamen bezeichnet. Ihre Verwendung als Gewürz verdanken sie ihrem besonders scharfen Geschmack, der bei den einzelnen Senfarten auf verschiedenem Wege zustande kommt. Die Samen enthalten im Innern das Ferment Myrosin und ein Glykosid, *Brassica nigra* (L.) Koch und die hierher gehörenden Senfarten das Sinigrin, *Sinapis alba* L. und einige andere *Sinapis*-Arten das Sinalbin. Durch die Einwirkung des Myrosins auf das Sinigrin entstehen ätherisches Senföl (Allylsenföl), saures schwefelsaures Kalium und Zucker; durch die Einwirkung des Myrosins auf das Sinalbin wird dieses in Sinalbinsenföl, saures schwefelsaures Sinapin und Zucker gespalten. Da das Myrosin ungelöst und nur in besonderen Zellen des Keimlings vorkommt, kann die Spaltung erst nach Zertrümmerung der Gewebe und nach Wasserzutritt eintreten; daher schmecken Senfsamen beim Kauen zunächst mild und erst nach eingetretener Spaltung des Glykosids brennend scharf.

Als Gewürz werden die Senfsamen entweder ganz oder zerkleinert verwendet; im letzten Fall unterscheiden wir zwischen fettem und fettfreiem Senfmehl. Senfpulver, das mit Essig, Most, Wein bei meist gleichzeitigem Zusatz von anderen Stoffen, Gewürzen, Zucker, Salz, eventuell auch Farbstoffen zubereitet ist, bezeichnen wir als Mostrich oder Speisesenf.

Die Senfsorten des Handels werden meist nach Farbe und Herkunftsland bezeichnet. Beide Bezeichnungen haben für die Zusammensetzung und botanische Bestimmung einer Senfprobe nur bedingten Wert, da im gleichen Herkunftsland oft verschiedene Senfarten nebeneinander gebaut werden, und da die einfache Unterscheidung zwischen braunem (schwarzem) und gelbem (weißem) Senf noch weniger eindeutig ist. Wir können nicht einmal sagen, daß bestimmte Cruciferenarten nur braunen oder nur gelben Senf liefern, da dieselben Arten sowohl in hellen wie in dunkelsamigen Varietäten vorkommen können. Hierhin gehört neben dem Gardalsenf und dem Chinesischen Senf auch der gewöhnliche „gelbe" Senf, *Sinapis alba* L., der in der Varietät *Sinapis alba* var. *melanosperma* dunkle Samen besitzt.

Die Feststellung der verschiedenen Senfarten erfordert im Hinblick auf die eben erwähnten Farbenvariationen, vor allem aber infolge der Ähnlichkeit der mikroskopischen Bilder große Erfahrung. Denn alle Senfsamen haben den gleichen Bau der für die Bestimmung ausschlaggebenden Samenschale; stets können wir von außen nach innen folgende Schichten unterscheiden: 1) Epidermis; 2) Großzellen; 3) Steinzell- oder Palisadenschicht; 4) Pigmentschicht; 5) Aleuronschicht; 6) kollabierte Innenschichten. Noch weitgehender ist die Übereinstimmung im Bau des von der Samenschale eingeschlossenen Keimlings; der Hauptteil desselben wird von den gefalteten Kotyledonen gebildet, die das Würzelchen einhüllen.

Die zur Untersuchung erforderlichen Quer- und Flächenschnitte werden an Körnern hergestellt, die in Kork eingeklemmt oder in hartes Paraffin eingebettet sind; bei den Flächenschnitten durch die Samenschale ist darauf zu achten, daß mehrere Schnitte nacheinander an der gleichen Stelle gemacht werden, um die verschiedenen Schichten zu treffen.

Die folgenden Abschnitte geben eine Beschreibung der wichtigsten, in Frage kommenden Senfarten des Handels:

Schwarzer oder brauner Senf, *Brassica nigra* (L.) Koch (S. 239)
Indischer Braunsenf, *Brassica integrifolia* O. E. Schulz (S. 240)
Sarepta-Senf (Rumänischer Braunsenf), *Brassica juncea* Coss. (S. 241)
Chinesischer Senf, *Brassica cernua* (Thunb.) Forb. et Hemsl (S. 243)
Weißer Senf, *Sinapis alba* L. (S. 244)
Gardal-Senf, *Sinapis dissecta* Lagasca (S. 245)
Ackersenf, *Sinapis arvensis* L. (S. 246)
Persischer Senf (Jamba-Raps), *Eruca sativa* Lam. (S. 246)

Die Nomenklatur der Senfarten ist in der einschlägigen Literatur nicht immer einheitlich durchgeführt und erscheint in einigen Punkten auch noch unsicher; besonders störend und irreführend ist die Verwendung synonymer Bezeichnungen für ganz verschiedene botanische Arten, worauf vor allem bei dem Indischen Braunsenf und bei Sareptasenf zu achten ist.

Schwarzer oder brauner Senf

(*Brassica nigra* [L.] Koch).

Der schwarze oder braune Senf, *Brassica nigra* (L.) Koch, ist im Mittelmeergebiet heimisch und wird in gemäßigten Klimaten viel angebaut. Die Samen sind kugelig bis unregelmäßig eiförmig bei 1—1½ mm Durchmesser. Ihre Farbe ist rot- bis schwarzbraun; die oft etwas weiß geschuppte Oberfläche weist bei Lupenvergrößerung eine feine grubige Maschenzeichnung auf (Abb. 479).

Abb. 479. Schwarzer Senf. Nat. Gr. (oben) und Vergr. 5fach (unten).

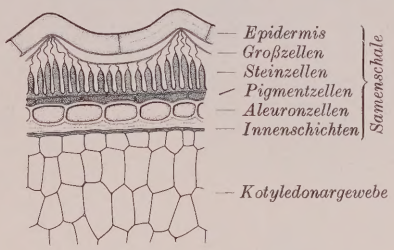


Abb. 480. Schwarzer Senf (*Brassica nigra* [L.] Koch). Querschnitt durch den Rand des Samens. Vergr. 200fach.

Auf dem Querschnitt zeigen sich von außen nach innen folgende Schichten (Abb. 480):

Epidermis aus niedrigen, kaum quellenden, farblosen Zellen,
Großzellschicht aus stark kollabierten Zellen,
Steinzellschicht (Palisadenschicht) aus schmalen, schlank wirkenden Zellen, deren Wände im unteren Teil verdickt und verholzt, im oberen Teil unverdickt und unverholzt sind. Die Höhe der Steinzellen ist verschieden; die längsten Palisaden liegen jeweils unter den radialen Seitenwänden der Großzellen.
Pigmentschicht aus dünnwandigen Zellen mit gleichmäßig braunem Inhalt,

Aleuronschicht aus derbwandigen, farblosen, Aleuron und Öl führenden Zellen,
Innenschichten, die stark kollabiert sind.

An die Innenschichten schließt sich das Gewebe des Embryos aus zartwandigen, stärkefreien Zellen.

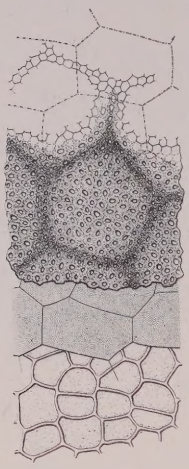


Abb. 481. Schwarzer Senf (*Brassica nigra* [L.] Koch) Samenschale in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Flächenschnitte (Abb. 481) zeigen die Epidermis als farbloses, aus annähernd isodiametrischen Zellen gebildetes Häutchen; die Wände der Epidermiszellen haben eine feine Tüpfelung. Die unterhalb der Oberhaut liegenden Großzellen sind meist nur an der dunklen Maschenzeichnung der unter ihnen befindlichen Steinzellschicht zu erkennen; diese Zeichnung entspricht den Konturen der Großzellen und kommt dadurch zustande, daß die hier höheren Steinzellen in der Flächenansicht dunkler wirken als die übrigen Steinzellen, die niedriger sind und das Licht stärker durchlassen. Die Steinzellen selbst erscheinen bei hoher Einstellung als feines Netzwerk, bei tiefer Einstellung als dickwandige, gelbbraune Zellen von geringem Durchmesser (4—10 μ). Die Kleinheit der Steinzellen und die Maschenzeichnung dieser Schicht sind besonders charakteristisch. Von den übrigen Schichten der Samenschale sind noch Pigment- und Aleuronschicht auf Flächenschnitten deutlich erkennbar.

Abb. 482. Indischer Braunsenf (*Brassica integrifolia* O. E. Schulz). Nat. Gr. (oben). Vergr. 5fach (unten).

Indischer Braunsenf

(*Brassica integrifolia* O. E. Schulz).

Der indische Braunsenf oder Rai stammt von *Brassica integrifolia* O. E. Schulz, die früher auch als *Brassica juncea* Hook f. et Thoms. bezeichnet wurde. Diese Benennung ist aufgegeben, da sie zu Verwechselungen mit dem Sarepta-Senf, *Brassica juncea* Coss., führt. Die braunen, kugligen Samen des indischen Braunsenfs ähneln denjenigen von *Brassica nigra*, sind aber etwas größer (Durchmesser etwa 1½ mm) und besitzen eine deutlichere und gröbere Maschenzeichnung der Oberfläche (Abb. 482).

Querschnittsbilder durch die Samenschale zeigen oberhalb der charakteristischen Steinzellschicht stark kollabierte Epidermis- und Großzellen (Abb. 483). Die Elemente der braunen Steinzellschicht sind verhältnismäßig groß, die radialen Wände auffallend stark verdickt. An die Steinzellschicht schließt sich nach innen eine Lage Pigmentzellen, an diese eine Schicht aus großen Aleuronzellen; die Innenschichten sind kollabiert und zeigen keine besonderen Merkmale.

Auf Flächenschnitten sind Einzelheiten der kollabierten Epidermis- und Großzellen nur undeutlich zu erkennen (Abb. 484). Die Steinzellschicht besteht aus verhältnismäßig großen (bis 24 μ) Zellen und zeigt eine besonders grobe Maschenzeichnung. Die Aleuronzellen sind ebenfalls auffallend groß; sie erreichen 80 μ.

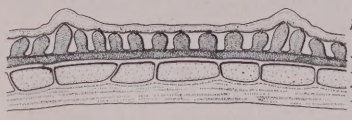


Abb. 483. Querschnitt durch die Samenschale des Indischen Braunsenfs (*Brassica integrifolia* O. E. Schulz). Vergr. 200fach.

Von *Brassica nigra* (vgl. S. 239) unterscheidet sich der indische Braunsenf durch die bedeutendere Größe und gröbere Maschenzeichnung der Steinzellschicht sowie durch die Ausmaße der Aleuronzellen, die bei *Brassica nigra* nur 25—40 μ betragen.

Von dem im Folgenden behandelten Sarepta-Senf ist der indische Braunsenf durch das Fehlen einer zelligen Schleimepidermis, stärkere Maschenzeichnung der Steinzellschicht und größere Aleuronzellen zu unterscheiden.

Für indischen Braunsenf ist weiter ein Besatz mit den früher (S. 112) für indische Öl- und Senfarten angegebenen Samen von *Eleusine* (S. 43), Sarson (*Brassica Napus* L. var. *glauca* [Roxb.] O. E. Schulz, S. 112) und indischem Raps (*Brassica Napus* L. var. *dichotoma* Prain, S. 112) charakteristisch.

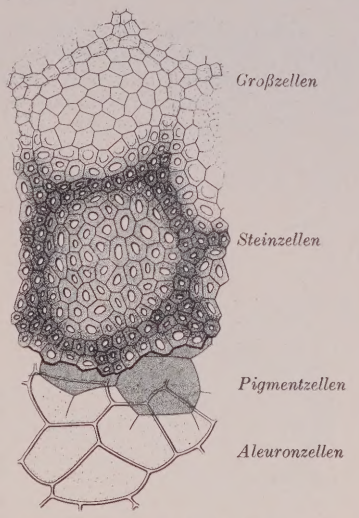


Abb. 484. Samenschale des Indischen Braunsenfs (*Brassica integrifolia* O. E. Schulz) in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Sarepta-Senf.
(Rumänischer Braunsenf)
(*Brassica juncea* Coss.).

Der aus Rußland kommende Sarepta-Senf ist *Brassica juncea* Coss.; synonym mit dieser botanischen Bezeichnung sind *Brassica juncea* Czern. et Coss. und *Brassica Besseriana* Andrz. Dagegen hat *Brassica juncea* Hook f. et Thoms. nichts mit Sarepta-Senf zu tun, ist vielmehr eine synonyme Bezeichnung für den unter dem botanischen Namen *Brassica integrifolia* O. E. Schulz gehenden und im vorigen Abschnitt behandelten indischen Braunsenf.

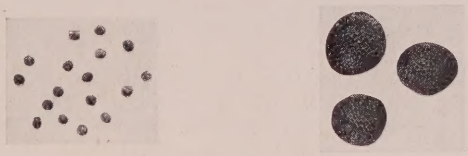


Abb. 485. Sarepta-Senf (*Brassica juncea* Coss.). Nat. Gr. (links) und Vergr. 5fach (rechts).

Brassica juncea Coss. liefert auch den rumänischen Braunsenf; dieser zeigt immer einen starken Besatz mit Ackersenf.

Die Samen von *Brassica juncea* Coss. sind etwa 1½—2 mm groß, fast kugelig, rötlich- bis violettbraun mit deutlich genetzter Oberfläche (Abb. 485); an der tief dunklen Ansatzstelle des Samens finden sich häufig weißliche Schuppen.

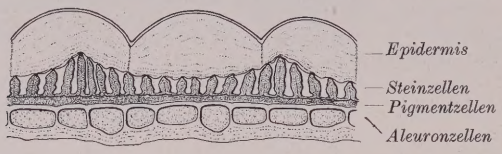


Abb. 486. Querschnitt durch die Samenschale des Sarepta-Senfs (*Brassica juncea* Coss.) Vergr. 200fach.

Querschnitte durch die Samenschale zeigen eine zellige Schleimepidermis mit vorgewölbten Außenwänden (Abb. 486). Die darunter liegende Großzellschicht ist völlig kollabiert und auf Querschnitten nicht sichtbar; auf Flächenschnitten läßt sie sich noch an der Maschenzeichnung der Steinzellschicht nachweisen. Die Steinzellschicht (Palisadenschicht) besteht aus braunen Zellen mit stark verdickten Längswänden. Ihre Höhe ist verschieden; die längsten Palisaden, die auch hier wieder unter den Seitenwänden und Ecken der Großzellen liegen, neigen sich mit ihren oberen Enden büschelig zusammen. Unterhalb der Steinzellschicht befinden sich eine schmale Pigmentschicht sowie derbwandige Aleuronzellen.

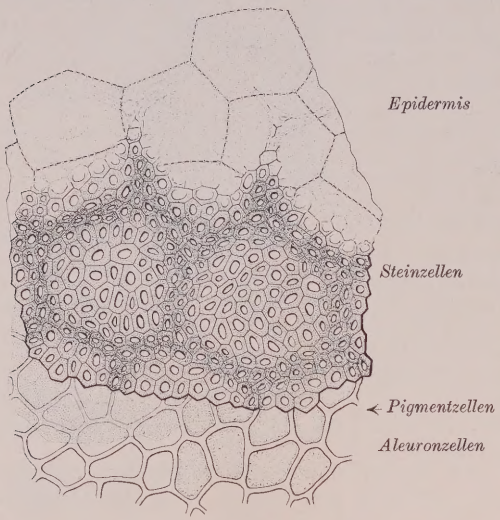


Abb. 487. Flächenschnitt durch die Samenschale des Sarepta-Senfs (*Brassica juncea* Coss.) Vergr. 200fach.

Flächenschnitte (Abb. 487) zeigen die Schleimzellen der Epidermis mit deutlich hervortretenden Radialwänden, die braune Steinzellschicht mit dunkler Maschenzeichnung, sowie die Aleuronzellen; die Pigmentzellen sind zart und nur schwach gefärbt, so daß sie auf Flächenschnitten wenig auffallen.

Der Sarepta-Senf weist mikroskopisch gewisse Ähnlichkeiten mit dem indischen Braunsenf auf, von dem er sich aber durch die abweichende Felderung der Steinzellschicht sowie durch die scharf hervortretenden Zellen der Schleimepidermis unterscheidet. Auch die kleinen und derbwandigen Aleuronzellen des Sarepta-Senfs lassen sich als Unterscheidungsmerkmal heranziehen.

Chinesischer Senf.

(*Brassica cernua* [Thunb.] Forb. et Hemsl.)

Der Chinesische oder japanische Senf stammt von *Brassica cernua* (Thunb.) Forb. et Hemsl, die mit *Sinapis cernua* Thunb. synonym sein soll. Die kugeligen, etwa 1½ mm großen Samen sind meist bräunlich- bis rötlichgelb oder hellbraun; ihre Oberfläche zeigt eine feine, bei Lupenvergrößerung deutlich erkennbare Maschenzeichnung (Abb. 488).

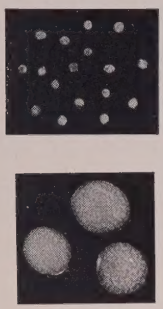


Abb. 488. Chinesischer Senf, *Brassica cernua* (Thunb.) Forb. et Hemsl. Nat. Gr. (oben) und Vergr. 5fach (unten).

Abb. 489. Querschnitt durch die Samenschale des Chinesischen Senfs, *Brassica cernua* (Thunb.) Forb. et Hemsl. Vergr. 200fach.

Querschnitte (Abb. 489) zeigen stark kollabierte Außenschichten, die der nicht quellbaren Epidermis und den darunter liegenden, zerdrückten Großzellen entsprechen. Die Palisadenschicht besteht aus ungleich hohen, farblosen Steinzellen mit zackig verdickten Seitenwänden. An die Steinzellschicht schließen sich eine fast farblose Pigmentschicht, die Aleuronschicht und kollabierte Innenschichten.

Flächenschnitte (Abb. 490) lassen meist nur die Steinzellschicht und die Aleuronschicht gut erkennen. Die Steinzellschicht ist deutlich gefeldert und besteht aus hellgelblichen, stark verdickten Zellen. Die Epidermis der Samenschale bildet eine struktur- und farblose Haut, auf der die Wände der Großzellen undeutlich hervortreten, soweit sie nicht durch die Maschenzeichnung der Steinzellschicht verdeckt werden.

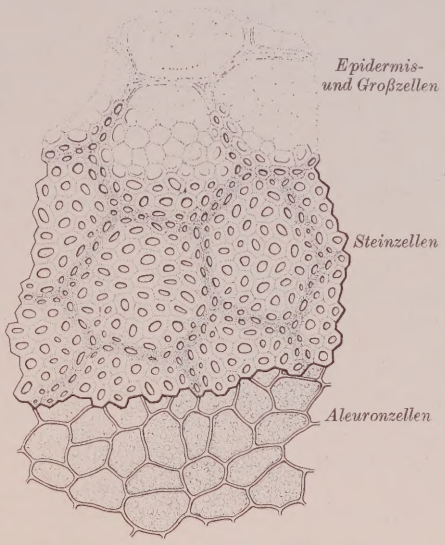


Abb. 490. Flächenschnitt durch die Samenschale des Chinesischen Senfs, *Brassica cernua* (Thunb.) Forb. et Hemsl. Vergr. 200fach.

Weißer Senf.

(*Sinapis alba* L.).

Sinapis alba L. ist die Stammpflanze des weit verbreiteten gelben oder weißen Senfs. Ihre Samen sind kugelig, verhältnismäßig groß (bis 2½ mm), gelblich- bis rötlich-weiß und bei Lupenvergrößerung fast glatt (Abb. 491). In rumänischem Gelbsenf pflegen stets einige Prozent von Samen einer dunklen, graubraunen Varietät vorzukommen, die als *Sinapis alba* var. *melanosperma* Alef. bezeichnet wird.

Abb. 491. Weißer oder gelber Senf. Nat. Gr. (oben) und Vergr. 5fach (unten).

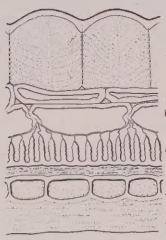


Abb. 492. Samenschale des weißen Senfs (*Sinapis alba* L.) im Querschnitt. Vergr. 200fach.

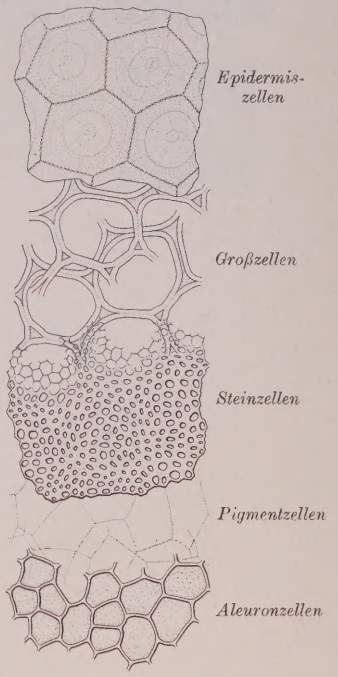


Abb. 493. Samenschale des weißen Senfs (*Sinapis alba* L.) in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Querschnitte durch die Samenschale (Abb. 492) zeigen außen eine stark quellbare Epidermis mit deutlich getüpfelten Radialwänden. Die darunter liegenden Großzellen sind in doppelter Schicht ausgebildet und haben mit Ausnahme der an die Steinzellen stoßenden Flächen derbe Wände mit leicht kollenchymatisch ausgebildeten Verdickungen und Interzellularen in den Ecken. Die Zellen der Steinzellschicht sind farblos, schlank, die oberen Teile der Seitenwände unverdickt, die unteren verdickt und durch sehr feine Ringleisten zackig. Die unterhalb der Steinzellen liegende Pigmentschicht ist farblos, mehrreihig und in ihren Einzelheiten nur undeutlich zu erkennen; an sie schließen sich nach innen eine einfache Aleuronschicht sowie stark kollabierte Innenschichten.

Flächenschnitte (Abb. 493) lassen die gleichen Schichten erkennen; besonders deutlich treten die folgenden Elemente hervor:

Schleimepidermiszellen mit deutlicher Tüpfelung der Wände; Schleim in gequollenem Zustand mit axialem Strang,
Großzellen in doppelter Lage mit derben Wänden und reichlichen Interzellularen,
Steinzellen oder Palisadenzellen, die farblos und kleinzellig (5 bis 10 μ) sind und stark verdickt scheinen; bei hoher Einstellung zeigen sich die Membranen nur als feines Maschenwerk,
Aleuronzellen regelmäßig polygonalen Baues.

Die Samenschale von *Sinapis alba* var. *melanosperma* weist genau die gleichen Bauverhältnisse auf, jedoch sind die Großzellen gelblich, die Steinzellen gelb-bräunlich gefärbt; auch die Pigmentzellen enthalten einen gelblichen Farbstoff.

Der von der Samenschale eingeschlossene Keimling besteht aus kleinen, Eiweiß und Öl führenden Zellen. Das Keimlingsgewebe enthält weiter das Alkaloid Sinapin, sowie das Glykosid Sinalbin, das durch Myrosin, wie oben angegeben, gespalten wird. Die Gelbfärbung der Schnitte durch Kalilauge zeigt das Vorhandensein von Salzen des Sinapins an.

Gardalsenf.

(*Sinapis dissecta* Lagasca.)

Der in Südeuropa heimische und vor allem in Rußland angebaute Gardalsenf, *Sinapis dissecta* Lagasca (Abb. 494), ist mit *Sinapis alba* L. nahe verwandt; die länglich-kugeligen Samen von oft mehr als 2 mm Durchmesser sind gelb, seltener schokolade- bis zimtbraun und weisen eine ähnliche, aber noch feinere Maschenzeichnung auf wie die Samen von *Brassica nigra*.

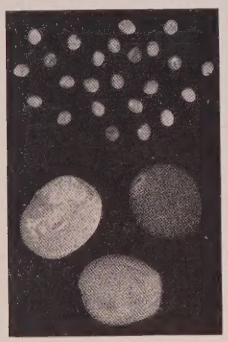


Abb. 494. Gardalsenf (*Sinapis dissecta* Lagasca). Nat. Gr. (oben), Vergr. 5fach (unten).

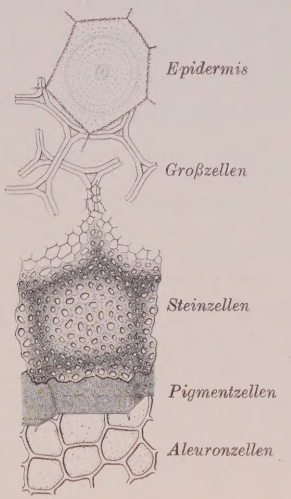


Abb. 495. Samenschale einer dunkelsamigen Varietät des Gardalsenfs (*Sinapis dissecta* Lagasca) in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zu *Sinapis alba* zeigen sich vor allem im Bau der Epidermis und der Großzellen der Samenschale. Die Epidermis besteht auch hier aus stark quellbaren Zellen mit deutlich sichtbaren, fein porös getüpfelten Radialwänden (Abb. 495). Ebenso weisen

die unterhalb der Epidermis in doppelter Schicht liegenden Großzellen ähnliche Wandverdickungen, insbesondere an den Ecken auf wie *Sinapis alba*. Die Steinzellschicht ist bei den in Abb. 495 wiedergegebenen braunen Samen dunkel gefärbt und zeigt eine grobe, oft etwas undeutliche Maschenzeichnung; bei hellen Samen ist die Steinzellschicht grünlichgelb. Die Pigmentzellen besitzen ebenfalls nur bei den dunklen Samen Farbstoff. Die Aleuronzellen bieten das für Cruciferensamen typische Bild.

Gelbliche Samen von *Sinapis dissecta* sind nur schwer von *Sinapis alba* zu unterscheiden, während dunkle Samen zu Verwechselungen mit *Brassica nigra* Anlaß geben können. Allerdings ist die auf Flächenschnitten sichtbare Maschenzeichnung der Steinzellschicht bei *Sinapis dissecta* feiner und undeutlicher; der Hauptunterschied zu *Brassica nigra* liegt in der quellbaren Epidermis mit fein porös getüpfelten Radialwänden, sowie in dem Vorhandensein der zweireihigen Großzellschicht, deren Wände in den schwach kollenchymatisch verdickten Ecken kleine Interzellularen dreieckigen Querschnittes führen.

Ackersenf.

(*Sinapis arvensis* L.).

Da die Samen des Ackersenfs, *Sinapis arvensis* L., nur Spuren von Senföl enthalten, können sie kaum zu den Senfarten gerechnet und als „Senf" benutzt werden. Ihr häufiges Vorliegen erklärt sich dadurch, daß der Ackersenf ein sehr stark verbreitetes Ackerunkraut ist.

Mikroskopisch lassen sich die schwarzen oder dunkelrotbraunen, glatten Samen des Ackersenfs vor allem an der Steinzellschicht leicht erkennen, deren Palisaden gelbliche Wände haben und schwärzlichen Inhalt führen, der sich in Chloralhydrat mit roter Farbe löst. Die Epidermis der Samenschale wird aus Schleimzellen gebildet. Bezüglich weiterer Einzelheiten sei auf die früheren Ausführungen (S. 52) und die Abb. 83—85 verwiesen.

Persischer Senf (Jamba-Raps).

(*Eruca sativa* Lam.).

Die Samen der Rauke, *Eruca sativa* Lam., liefern den persischen Senf oder Jamba-Raps. Sie sind oval, klein, haben meist weniger als 1½ mm Durchmesser und eine rötlich-gelbe, bei Lupenvergrößerung glatte Oberfläche.

An die aus Schleimzellen bestehende Epidermis schließt sich eine einfache Schicht stark kollabierter Großzellen (Abb. 496 u. 497). Die darunter liegende Steinzellschicht zeigt sowohl auf Quer- wie auf Flächenschnitten charakteristischen Bau. Die radialen Wände sind nur

Abb. 496. Samenschale des persischen Senfs (*Eruca sativa* Lam.) im Querschnitt. Vergr. 200fach.

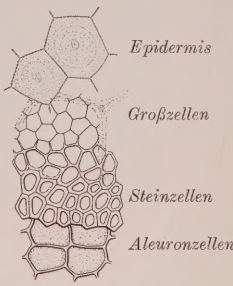


Abb. 497. Samenschale des persischen Senfs (*Eruca sativa* Lam.) in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

etwa bis zur Mitte verdickt; da die Verdickungen im Verhältnis zum Zelldurchmesser, der 20 μ erreicht, schwach sind, erscheinen die Steinzellen

auf Flächenschnitten weitlumiger als bei allen anderen Senfarten. Die unterhalb der Steinzellen liegende farblose Schicht entspricht der Pigmentschicht; an diese schließt sich die Aleuronschicht.

Die Epidermis der Keimblätter enthält einen blauen Farbstoff, der sich in Chloralhydrat mit roter Farbe löst.

Bestimmung der Senfarten und der sonstigen, in Senfsaaten vorkommenden Cruciferensamen.

Um die Übersicht über die morphologischen und anatomischen Merkmale der verschiedenen Senfarten zu erleichtern, sind in der folgenden Tabelle (S. 248) die wichtigsten Merkmale nochmals zusammengestellt. Erschwert wird die Bestimmung der Senfarten nicht nur durch die oft große Ähnlichkeit der einzelnen Senfsamen und ihrer Bestandteile, sondern auch dadurch, daß vielfach noch andere Cruciferensamen mit vorliegen, die unter Umständen auch zu Verwechselungen mit Senfsamen Anlaß geben können. Solche fremden Cruciferensamen werden bei gewissen Senfherkünften, vor allem beim indischen Braunsenf, so häufig und regelmäßig angetroffen, daß sie sich als Leitelemente zur Herkunftsbestimmung verwenden lassen. Daher sind die zur Gattung *Brassica* gehörenden Ölsamen: Raps, indischer Raps, Sarson und Rübsen in die folgende Zusammenstellung mit aufgenommen. Bezüglich einiger weiterer Cruciferensamen, die sich durch deutlichere anatomische Unterschiede von Senfsamen unterscheiden, sei auf die früher gegebenen Beschreibungen verwiesen (Hederich S. 53, Pfennigkraut S. 54, Leindotter S. 109, Kressesamen S. 111).

Die Untersuchung von Senfmehlen und Mostrich.

Zur mikroskopischen Prüfung von Senfmehlen und Mostrich empfehlen sich Präparate in Wasser, in wässeriger Jodlösung und in Chloralhydrat. Sollte der Fettgehalt stören, so ist das Material erst mit Äther zu extrahieren oder mit heißem Alkohol abs. zu behandeln und zu filtrieren; der Filterrückstand enthält die zur Bestimmung erforderlichen Schalenfragmente, sowie die Gewebebestandteile etwaiger Beimischungen.

Im eigentlichen „Senfmehl", das zu Arzneizwecken verwendet wird und das Ausgangsmaterial für die Mostrichfabrikation ist, sind fremde Bestandteile, insbesondere Stärkezusatz, als Verfälschungen zu beurteilen. Bei der Bewertung von Speisesenf oder Mostrich können fremde Samen- und Gewebeteile deshalb nicht ohne weiteres als Verfälschungen bezeichnet werden, weil ein gewisser Zusatz solcher Bestandteile bei der Senffabrikation notwendig ist. Nur ein den Geschmack herabsetzendes Übermaß oder das Vorliegen schädlicher Beimengungen ist zu beanstanden.

Bei der Prüfung von Senfmehlen und Mostrich wird es sich meist sowohl um die Bestimmung der vorliegenden Senfart oder -arten als auch um den Nachweis etwa vorhandener Beimischungen handeln. Die Bestimmung der Senfart ist auf Grund der im vorigen Abschnitt wiedergegebenen Merkmale der Samenschalenfragmente, insbesondere Epidermis, Großzellen und Steinzellschicht vorzunehmen; Bruchstücke dieser Gewebe pflegen auch in den aus geschälten Samen hergestellten Produkten noch in ausreichender Menge vorzuliegen. Für den Nachweis von Beimengungen lassen sich all-

Zusammenstellung der Hauptmerkmale der verschiedenen Senfarten (einschließlich der zur Gattung *Brassica* gehörenden Ölsamen).

Aussehen der Samen			Bau der Samenschale					
	Farbe	Oberfläche	Epidermis	Großzellen	Farbe der Steinzellen	Größe der Steinzellen	Maschenzeichnung der Steinzellschicht	Pigmentzellen
Senfsamen:								
Brassica nigra (L.) Koch	rot- bis schwarzbraun	feingrubig	undeutlich, nicht quellend	nicht erkennbar	braun	4—10 μ	deutlich	braun
Brassica integrifolia O. E. Schulz	braun (selten gelb)	netzartig	strukturlos, nicht quellend	undeutlich	braun	10—24 μ	sehr deutlich	braun
Brassica juncea Coss.	rötlich- bis violettbraun	netzartig	Schleimzellen	undeutlich	braun	10—24 μ	deutlich	schwach gefärbt
Brassica cernua (Thunb.) Forb. et Hemsl	rötlich-gelb bis hellbraun	netzartig	strukturlos, nicht quellend	undeutlich	gelblich	10—20 μ	deutlich	fast farblos
Sinapis alba L.	gelblich (selten graubraun)	fast glatt	Schleimzellen	deutlich, zweischichtig, verdickt	farblos (selten gelbbräunlich)	5—10 μ	fehlt	farblos (selten gelblich)
Sinapis dissecta Lagasca	gelb oder braun	netzartig	Schleimzellen	dgl.	gelblich oder braun	6—12 μ	deutlich	farblos oder braun
Sinapis arvensis L.	schwarz bis rotbraun	glatt	Schleimzellen	nicht erkennbar	gelblich mit schwarzem Inhalt	5—15 μ	fehlt	hellbraun
Eruca sativa Lam.	rötlich-gelb	glatt	Schleimzellen	undeutlich	farblos	bis 20 μ, schwach verdickt	fehlt	farblos
Oelsamen:								
Brassica Napus L.	dunkelbraun	fein punktiert, fast glatt	strukturlos, nicht quellend	nicht erkennbar	braun	15—32 μ	fehlt	braun
Brassica Napus L. var. *dichotoma* Prain.	dunkelbraun	dgl.	dgl.	dgl.	dgl.	dgl.	fehlt	braun
Brassica Napus L. var. *glauca* (Roxb.) O. E. Schulz	gelb oder leberbraun	glatt	dgl.	dgl.	farblos, selten gelbbraun	12—25 μ, sehr stark verdickt	fehlt	farblos, selten hellbraun
Brassica campestris L.	dunkelbraun	sehr fein genetzt	dgl.	dgl.	braun	8—20 μ	undeutlich	braun

gemeine Merkmale kaum angeben, da hier die verschiedensten Stoffe in Frage kommen. Stärkehaltige Pflanzenteile sind im Jodpräparat leicht nachzuweisen; besonders häufig sind Preßrückstände von ölhaltigen Samen, unter diesen wieder in erster Linie solche von ölhaltigen Cruciferensamen. Von sonstigen Beimengungen ist vor allem Kurkuma (s. S. 303) zu erwähnen, die zur Verbesserung der Farbe zugesetzt wird; Kurkuma ist an den großen, verkleisterten, durch Curcumin gelb gefärbten Stärkeballen zu erkennen. Als Zusatzstoffe kommen weiter die verschiedensten Gewürze, wie Zimt (S. 308), Gewürznelken (S. 285), Piment (siehe unten), Cayennepfeffer (S. 237), Majoran (S. 321), Thymian (S. 327) u. a. vor.

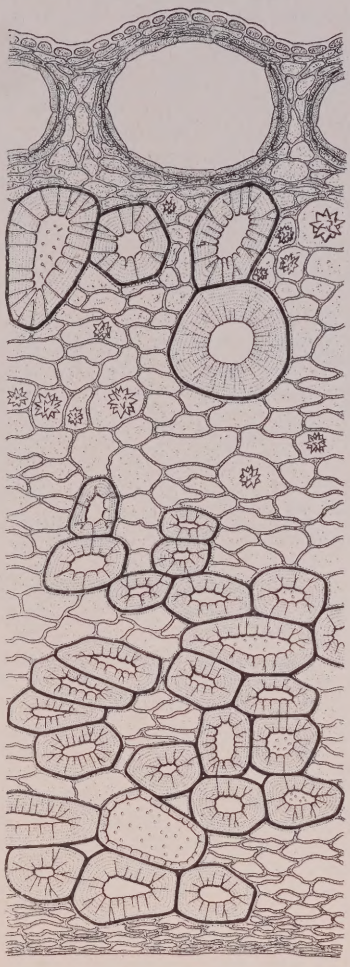


Abb. 499. Querschnitt durch die Fruchtwand der Pimentfrucht. Vergr. 200fach.

Piment.

Herkunft und Aussehen der Früchte.

Die kurz vor der Reife geernteten Früchte des in Zentralamerika heimischen und vor allem in Jamaika angebauten Pimentbaumes,

Abb. 498. Pimentfrucht. Vergr. 2fach.

Pimenta officinalis Berg. (Fam. Myrtaceae), sind als Piment, Nelkenpfeffer, Jamaikapfeffer oder Englisch-Gewürz im Handel. Die Pimentfrucht (Abb. 498) ist eine fast kugelige, 4 bis 7 mm große Beere von rot- bis dunkelbrauner Farbe und feinwarzig rauher Oberfläche; sie trägt am Scheitel einen vierzähnigen Kelchrand und den Griffelrest. Die Frucht enthält im Innern der beiden durch eine dünne Scheidewand voneinander getrennten Fruchtfächer je einen nierenförmigen bis halbkugeligen, dunkelbraunen Samen.

Bau der Fruchtwand.

Querschnitte durch die Fruchtwand (Abb. 499) zeigen eine äußere, aus kleinen, braunwandigen Zellen gebildete Oberhaut und darunter ein mächtig entwickeltes Mesokarp aus sehr verschiedenartig aussehenden Zellen und Geweben. Die äußeren Schichten des Mesokarps bestehen aus dünnwandigen, braunen Parenchymzellen, in welche eine einfache Schicht großer Ölbehälter eingebettet ist. Die Ölbehälter haben kugelige oder abgeplattete Form und zeigen einen Kranz von tafelförmigen, tiefbraunen Zellen. In die großzelligen, braunen Parenchymschichten des mittleren und vor allem des inneren Mesokarps liegen reichlich Steinzellen eingestreut, die oft zu Steinzellgruppen oder -schichten vereinigt sind. Die Steinzellen sind kugelig oder tangential gestreckt und sehr verschieden stark verdickt; ihre Wände sind farblos oder gelblich, deutlich geschichtet und durch feine Kanäle meist reichlich getüpfelt; etwa vorhandener Zellinhalt ist rotbraun. Außer den Steinzellen fallen im Mesokarp parenchymatische Zellen mit großen Oxalatdrusen und zarte Gefäßbündel aus kleinzelligen Elementen auf. Die innersten Schichten der Fruchtwand bestehen aus kollabierten, zartwandigen, braunen Zellen.

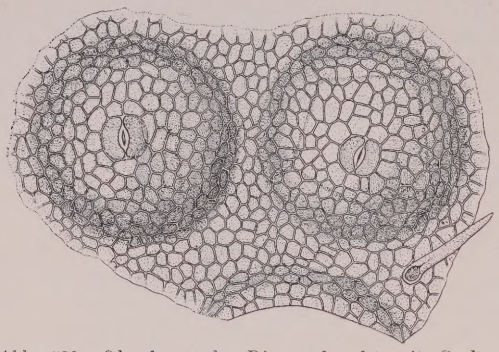


Abb. 500. Oberhaut der Pimentfrucht mit Spaltöffnungen und darunter liegenden Ölbehältern (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

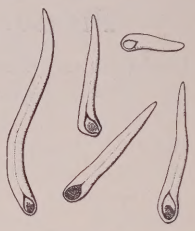


Abb. 501. Haare der Pimentfrucht. Vergr. 200fach.

In Flächenschnitten durch die äußeren Fruchtwandschichten (Abb. 500) sind die kleinzellige Epidermis und die großen, darunter liegenden und nach außen vorgewölbten Ölbehälter gleichzeitig sichtbar; oberhalb jedes Ölbehälters enthält die Epidermis eine Spaltöffnung. Aus der Epidermis entspringen vereinzelt kurze, sehr stark verdickte und meist gekrümmte Haare (Abb. 501); sie sind aber in der Regel nur noch am Scheitel der Frucht vorhanden, da sie leicht abbrechen.

Die Scheidewand der Nelkenfrucht ist ein braunes Pergamenthäutchen, das aus stark zusammengedrückten, braunen Parenchymzellen besteht, zwischen denen Kristallschläuche mit Kristalldrusen und Einzelkristalle, sowie vereinzelt Steinzellen liegen.

Bau der Samen.

Die Samen bestehen aus einer sehr ungleich dicken Samenschale und dem Keimling; Endosperm fehlt.

Die äußere Oberhaut der Samenschale (Abb. 502) wird aus schmalen langgestreckten Zellen gebildet; die Mittelschichten bestehen aus Pigmentparenchym, das reich an kleinen Intercellularen ist; die rundlichen oder

tangential gestreckten Zellen führen je einen lebhaft braunen Pigmentkörper. Diese Pigmentkörper, die leicht aus den Zellen herausfallen, werden durch Chloralhydrat aufgehellt und färben sich mit Eisenchlorid blau bis grünblau. Die inneren Schichten der Samenschale bestehen aus wenig charakteristischen, zarten Zellen.

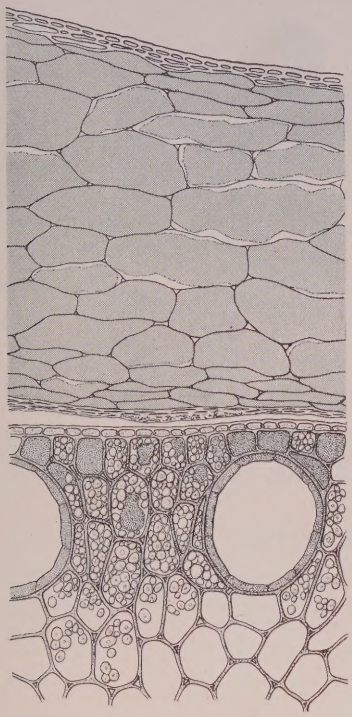


Abb. 502. Querschnitt durch den Randteil des Pimentsamens. Vergr. 200fach.

Der Keimling besitzt eine spiralig eingerollte Achse mit Keimwurzel und Kotyledonen. Das Keimlingsgewebe besteht aus dünnwandigem Parenchym mit feinen Intercellularen (Abb. 502). Die unterhalb der kleinzelligen Epidermis liegenden Zellen sind vielfach als Gerbstoffzellen mit braunem Inhalt ausgebildet; an die Hypodermschicht stößt eine einfache Lage von Ölbehältern. Alle sonstigen Zellen des Keimlings enthalten außer Eiweiß in großer Menge kleine Stärkekörner, die meist einfach gebaut und

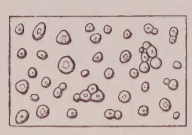


Abb. 503. Pimentstärke. Vergr. 200fach.

von rundlicher bis rundlich-kantiger Form sind (Abb. 503). Ihre Größe beträgt 5—12 μ; Schichtung fehlt, dagegen ist bei den kleinen Formen ein punktförmiger Kern, bei den größeren eine Kernhöhle erkennbar. Neben den einfachen Körnern kommen vereinzelt auch zusammengesetzte vor, deren Größe bis 25 μ erreicht.

Nelkenpfefferpulver und seine Verfälschungen.

Bei der mikroskopischen Prüfung des Nelkenpfefferpulvers ist auf folgende Gewebeelemente zu achten:

Bruchstücke der äußeren Fruchtwand mit braunen Epidermiszellen und darunter liegenden Ölbehältern;
kleine dickwandige Haare;
Steinzellen der Fruchtwand mit anhaftenden braunen Parenchymfetzen;
Zellen mit Kristalldrusen;
Teile der Samenschale mit Pigmentzellen, sowie herausgefallene Pigmentkörper,
Bruchstücke des Keimlings mit Stärke- und Gerbstoffzellen, sowie Ölbehältern;
zahlreiche, kleine, rundlich-kantige Stärkekörner mit Kernhöhlen.

Für die Verfälschung des Nelkenpfefferpulvers kommen in der Hauptsache die gleichen Ausgangsstoffe in Frage, die weiter oben (S. 227) als Zusatz zum Pfefferpulver erwähnt sind. Daneben muß auf den Zusatz gemahlener Piment- und Nelkenstiele geachtet werden, die beide an Bruchstücken des Holzkörpers, insbesondere an großen Gefäßen sowie an Bastfasern zu erkennen sind. Die Untersuchung muß im übrigen in ähnlicher Weise durchgeführt werden, wie es auf S. 226 für Pfefferpulver angegeben ist.

Abb. 504. Lorbeerfrüchte. Nat. Gr.

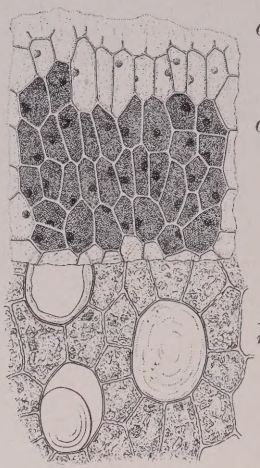


Abb. 505. Oberhaut und äußere Mesokarpschichten der Lorbeerfruchtwand (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Lorbeerfrucht.

Der im Mittelmeergebiet heimische Lorbeerbaum, *Laurus nobilis* L. (Fam. Lauraceae), hat 10—15 mm lange, dunkle Steinfrüchte, die am Grunde eine helle Stielnarbe und an der Spitze den Griffelrest zeigen (Abb. 504); sie werden nur noch selten als Gewürz, meist als Volksheilmittel verwendet.

Abb. 506. Steinzellen aus dem Endokarp der Lorbeerfrucht (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Die Fruchtwand der Lorbeeren besteht aus dem häutigen Exokarp, einem fleischigen Mesokarp und dem harten Endokarp. Die Oberhaut der Fruchtwand wird aus leicht gestreckten, in der Flächenansicht dünnwandig scheinenden Zellen mit rotbraunem, sich in Chloralhydrat purpurrot lösenden Inhalt gebildet (Abb. 505); über den Zellen liegt eine derbe Cuticula. Das Mesokarp besteht aus dünnwandigen Parenchymzellen, zwischen denen reichlich größere, meist hell scheinende Ölzellen eingestreut sind. Das Endokarp ist als eine einfache, lückenlose Schicht ziemlich hoher Steinzellen entwickelt, die in der Flächenansicht sternförmige Gestalt und wellige Umrisse aufweisen (Abb. 506).

Die Samenschale bildet eine dünne, braune Haut aus kollabierten Zellen und ist dem Endokarp der Fruchtwand angewachsen.

Das Innere des Samens besteht fast ganz aus den beiden großen Keimblättern des Embryos. Querschnitte zeigen eine kleinzellige Epidermis mit derber Außenwand, sowie parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen überwiegend Stärke und Fett enthalten; zwischen ihnen liegen stärkefreie Zellen mit ätherischem Öl oder Harz (Abb. 507). Die in eine gerbstoffartige Grundmasse eingebetteten und darum oft durch kleine Abstände getrennten Stärkekörner sind überwiegend Einzelkörner von 5—15 μ Größe, die aber wegen ihrer Anordnung und des ziemlich festen Zusammenhaltes den Eindruck zusammengesetzter Körner hervorrufen können. Die einzelnen Stärkekörner haben eine meist unregelmäßig-kugelige Form und und kleine, oft rötlich scheinende Kernhöhlen (Abb. 508).

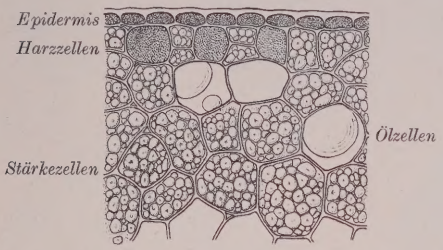


Abb. 507. Querschnitt durch das Keimblatt des Lorbeersamens. Vergr. 200fach.

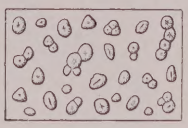


Abb. 508. Stärkekörner des Lorbeersamens. Vergr. 200fach.

Das rötlichbraune Lorbeerpulver ist an den mit Stärkeballen gefüllten Gewebetrümmern, den dazwischen liegenden Öl- und Harzzellen, sowie vor allem an den sternförmigen Steinzellen des Endokarps und an Teilen der Fruchtwandoberhaut zu erkennen; diese treten in Chloralhydratpräparaten durch den sich purpurrot lösenden Farbstoff besonders deutlich hervor.

Muskatnuß und Macis.

Die echte Muskatnuß oder Bandanuß und die echte oder Banda-Macis stammen von *Myristica fragrans* Houtt., einer baumartigen Myristicacee der südlichen Molukken, insbesondere der Banda-Inseln; der Muskatnußbaum wird heute außerdem vor allem noch auf Java, Ceylon und in Indien angebaut, nachdem die Holländer durch lange Zeiten seine Verbreitung außerhalb des ursprünglichen Anbaugebietes zu verhindern wußten. Außer der erwähnten *Myristica fragrans* liefern auch andere *Myristica*-Arten Muskatnüsse und Macis, die aber weniger aromatisch und wertvoll sind (S. 257 u. 260).

Muskatnuß.

Echte Muskatnuß.

Die Früchte des echten Muskatnußbaumes sind einsamige, rundliche Beeren von Pfirsichgröße, deren Fruchtfleisch sich bei eintretender Reife spaltet und so den Samen hervortreten läßt (Abb. 509). Der große Same ist von einem karminroten Samenmantel oder Arillus umgeben, der die Basis des Samens becherförmig umschließt und nach oben zerschlitzt ist. Der Same hat eine dunkelbraune, mattglänzende, derbe Schale; das ganze

Innere ist von dem großen Samenkern ausgefüllt, der die sog. „Muskatnuß" liefert, während der Samenmantel als „Macis" oder „Muskatblüte" Verwendung findet.

Gewinnung und Aussehen der Handelsware.

Bei der Gewinnung der Handelsware wird zunächst das Fruchtfleisch entfernt, dann der Samenmantel durch vorsichtiges Schälen von dem Samen abgetrennt und getrocknet, wobei er die ursprüngliche karminrote Farbe verliert und das gelbliche bis goldbraune Aussehen der Macis-Handelsware annimmt.

Abb. 509. Reife Frucht von *Myristica fragrans* Houtt. Links: aufspringende Frucht. Rechts: Frucht nach Entfernen der einen Schalenhälfte; in der Frucht der vom Arillus eingeschlossene Same. Nat. Gr.

Die des Arillus beraubten Samen werden ebenfalls zunächst getrocknet. Nachdem der Trocknungsprozeß, der mehrere Wochen in Anspruch nimmt, beendet ist, was durch Klappern der Samenkerne in den Schalen angezeigt wird, werden die derben, spröden Schalen mechanisch zertrümmert, so daß die Samenkerne frei werden. Die so gewonnenen „Muskatnüsse" werden nunmehr durch Einlegen in ein Gemisch von Kalk und Seewasser gekalkt und kommen nach nochmaliger Trocknung in den Handel. Das Kalken hatte ursprünglich den Zweck, die Keimfähigkeit der Samen zu vernichten und so den Anbau von Muskatbäumen in anderen Ländern unmöglich zu machen, da nur gekalkte Handelsware zur Ausfuhr zugelassen war. Heute wird das Kalken aus alter Gewohnheit beibehalten, auch soll dadurch die Beschädigung der Früchte durch Insektenfraß herabgesetzt werden.

Außer Macis und Muskatnüssen liefert *Myristica fragrans* noch die sogenannte Muskatbutter, die durch Pressen unreifer oder sonst minderwertiger Samen gewonnen wird.

Bau der Muskatnuß.

Die von *Myristica fragrans* HOUTT. stammenden, echten Muskatnüsse haben Walnußgröße und -form; die ursprünglich zimtbraune Farbe wird durch das nachträgliche Kalken verdeckt (Abb. 510). Die Oberfläche zeigt flache, striemenförmige Vertiefungen; an dem stumpfen Ende liegt als etwas hellere Stelle der flach gewölbte Nabel, an dem anderen Ende ein kleiner, vertiefter Punkt, der mit dem Nabel durch eine der Raphe entsprechende Längsfurche verbunden ist.

Abb. 510. Muskatnuß (*Myristica fragrans* HOUTT.), gekalkte Handelsware. Links den Nabel, rechts die Chalaza zeigend. Nat. Gr.

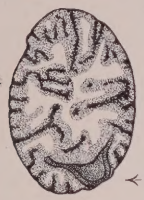
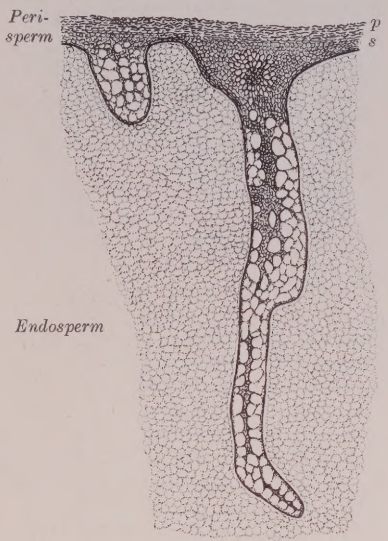


Abb. 511. Längsschnitt (oben) und Querschnitt (unten) durch die Muskatnuß. Nat. Gr.



Übersichtsbild bei 20facher Vergrößerung.

Abb. 512. Querschnitt durch den Randteil der Muskatnuß. Endosperm mit aufliegendem primären (*p*) und sekundären (*s*) Hüllperisperm und eindringendem sekundären Perisperm. Vergr. 20fach.

Die Muskatnuß besteht aus Perisperm, Endosperm und Embryo; das Perisperm bildet die geschlossene braune Außenschicht und durchsetzt von hier aus in Form dunkler Kanäle das helle Endosperm, das den Hauptteil der Muskatnuß bildet. Diese Zerklüftung des Endosperms durch das dunkle „Ruminationsgewebe" bewirkt das eigenartig marmorierte Aussehen des Innern der Muskatnuß (Abb. 511). Das Ruminationsgewebe ist der Sitz des ätherischen Öls, das den Wert der Muskatnuß als Gewürz bedingt.

Längsschnitte durch die Muskatnuß zeigen ein ähnliches Bild wie Querschnitte (Abb. 511); unter dem leicht gebuckelten Nabel liegt in einer Höhlung der kleine vertrocknete Keimling.

Zur mikroskopischen Untersuchung genügen Querschnitte, bei denen der Randteil der Muskatnuß mitgetroffen sein muß (Abb. 512 und 513).

Die äußersten Schichten werden durch das Hüllperisperm gebildet, das einen äußeren primären und einen inneren sekundären Teil erkennen läßt. Die Zellen des Primärperisperms sind stark zusammengedrückt; sie sind teils leer, teils führen sie rotbraunes Phlobaphen. In der Flächen-

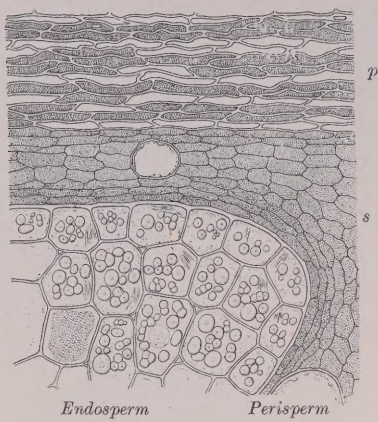


Abb. 513. Querschnitt durch den Randteil der Muskatnuß. *p* primäres, *s* sekundäres Perisperm. Vergr. 200fach.

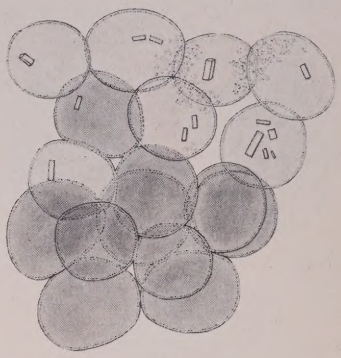


Abb. 514. Äußeres (primäres) Perisperm von der Oberfläche der Muskatnuß in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

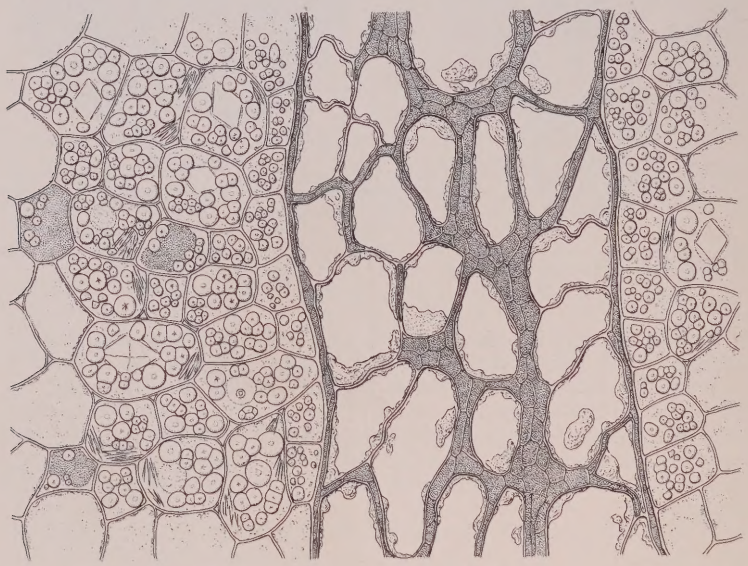


Abb. 515. Querschnitt durch das Innere der Muskatnuß, Endosperm mit dunklem Perisperm-Gang. Vergr. 200fach.

ansicht zeigen die Zellen Kreisform (Abb. 514); außer rotbraunen Pigmentstoffen enthalten sie vielfach Kristalle. Auf den äußersten Zellen findet man meist auch noch die von dem Kalkungsprozeß herrührenden Kalkkörnchen.

An das äußere Primärperisperm schließt sich unmittelbar das innere Sekundärperisperm an, das aus wenig zusammengedrückten Zellen mit dünnen Wänden und gleichmäßig braunem Inhalt besteht. Zwischen ihnen liegen vereinzelt kleine Ölzellen, sowie oberhalb der Ruminationsplatten zarte Gefäßbündel (Abb. 512). Von diesem Sekundärperisperm zweigen die in das Endosperm eindringenden, dunklen Perispermstränge ab (Abb. 515); sie bestehen aus großen Ölzellen mit zahlreichen Ölklumpen, sowie aus braunem Gewebe, dessen Aufbau aus kleinen, gleichmäßig braunen Parenchymzellen oft nur schwer zu erkennen ist, da die Zellen sehr stark zusammengedrückt sind. Die im Ruminationsgewebe außerdem verlaufenden zarten Gefäßbündel werden in den Schnitten nur verhältnismäßig selten mitgetroffen.

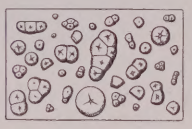


Abb. 516. Stärkekörner der Muskatnuß. Vergr. 200fach.

Der Raum zwischen den nach innen gerichteten Fortsätzen des Sekundärperisperms wird, abgesehen von einer kleinen Höhlung, die den Embryo enthält, völlig von Endospermgewebe ausgefüllt. Die äußerste Endospermschicht (Abb. 513) besteht aus kleinen, flachen Zellen, die Protoplasma, kleine kugelige Stärkekörner und Fettsäurekristalle enthalten. Die übrigen Zellen des Endosperms sind als polygonale Parenchymzellen mit größeren Stärkekörnern und Fettsäurekristallen ausgebildet; sie enthalten weiter einige kleine, sowie meist ein großes Aleuronkorn, dessen Inneres fast ganz von einem rhomboedrischen Eiweißkristall ausgefüllt wird. Außer diesen typischen Speicherzellen finden sich vereinzelt Pigmentzellen mit braunem Inhalt und etwas Stärke (Abb. 515).

Die Stärkekörner des Endosperms (Abb. 516) sind teils einfach, teils zusammengesetzt und stets mit Kernspalten oder -höhlen versehen. Die einfachen Körner sind kugelig und 10—25 μ groß. Die Größe der zusammengesetzten Körner erreicht mehr als 40 μ; die Zahl der Teilkörner, die zuweilen auch reihenförmig angeordnet sind, beträgt selten mehr als 4.

Muskatnüsse von anderen Myristica-Arten.

Außer der im Vorstehenden beschriebenen *Myristica fragrans* Houtt. kommen die Samenkerne mehrerer anderer *Myristica*-Arten als Muskatnüsse in den Handel; sie sind weit weniger wertvoll als die echte Muskatnuß. Die wichtigsten unter ihnen sind die Papua- und die Bombay-Nuß.

Die Papua-Muskatnuß, auch als lange oder wilde Muskatnuß oder als Makassar-Nuß bezeichnet, stammt von der im westlichen Neuguinea heimischen *Myristica argentea* Warburg. Die Papua-Nuß ist länger und schlanker als die echte Muskatnuß, am unteren Ende etwas breiter und abgeflacht, am oberen Ende kurz gerundet (Abb. 517). Die in der Handelsware meist fehlende Samenschale ist nur mäßig dick, bräunlich, mattglänzend, kaum gerieft und fast glatt.

Die Stammpflanze der in Vorderindien heimischen Bombay-Muskatnuß ist *Myristica malabarica* Lam. Die Samen haben eine längliche, sich nach oben verjüngende, walzenartige Form mit einem breiten und einem schmalen, stärker gerundeten Ende (Abb. 518); die Samenschale ist braunschwarz und durch die Eindrücke des Arillus deutlich gerieft.

Im mikroskopischen Bau machen sich nur verhältnismäßig geringe Unterschiede gegenüber der echten Muskatnuß bemerkbar. So besitzt die Bombay-Muskatnuß nicht nur in den Ruminationssträngen, sondern

Abb. 517. Papua-Muskatnuß (*Myristica argentea* WARB.). Nat. Gr.

Abb. 518. Bombay-Muskatnuß (*Myristica malabarica* LAM.). Links mit Samenschale, rechts nach Entfernen der Steinschale. Nat. Gr.

auch im sekundären Hüllperisperm reichlich Ölzellen, während der Bau des inneren Samens mikroskopisch kaum von dem der echten Muskatnuß zu unterscheiden ist.

Künstliche Muskatnüsse.

Die mehrfach festgestellten künstlichen „Nüsse" bestehen aus zusammengepreßtem Mehl und Muskatnußbruchstücken und sind sowohl mikroskopisch als auch daran sofort zu erkennen, daß sie in heißem Wasser zerfallen oder sich doch leicht zerdrücken lassen.

Muskatnusspulver.

Die mikroskopische Prüfung erfolgt zweckmäßig nach vorhergehender Entfettung des Untersuchungsmaterials. Muskatnußpulver ist an den parenchymatischen, mit den charakteristischen Stärkekörnern gefüllten Endospermzellen und den dunklen, gelbe Ölzellen enthaltenden Strängen des Ruminationsgewebes, sowie den Resten der äußeren Perispermschichten zu erkennen. Als Fälschungsmittel kommen Mehle von Getreide und Hülsenfrüchten (Abschnitt II u. III), ferner Ölkuchen (Abschnitt V) und Kakaoschalen (S. 196) in Frage.

Der mikroskopische Nachweis der verschiedenen *Myristica*-Arten im Muskatnußpulver ist im Hinblick auf ihre ähnlichen Bauverhältnisse kaum möglich.

Macis.

Echte oder Banda-Macis.

Die Handelsware der von *Myristica fragrans* HOUTT. stammenden echten oder Banda-Macis ist stark zusammengedrückt und besteht aus einem geschlossenen, becherförmigen Grund, der sich in bandartige, wenig verzweigte, lappenförmige Gebilde fortsetzt (Abb. 509). Die Farbe ist gelbbraun bis orange-rötlich, die Beschaffenheit hornartig und zerbrechlich, dabei glasig durchscheinend.

Die mikroskopische Untersuchung erfolgt auf Quer- und Flächenschnitten in Wasser-, Glyzerin- und Jodpräparaten nach vorhergehender Extraktion der Schnitte mit Äther.

Die Epidermis und zum Teil auch das darunter liegende Hypoderm werden aus derbwandigen, langgestreckten Zellen mit zugespitzten Enden gebildet (Abb. 519 und 520). Die äußere Wand der Epidermiszellen ist besonders kräftig entwickelt und von einer feinen Cuticula bedeckt; die auf dem Querschnitt oft zusammengedrückt scheinenden Zellumina sind im Gegensatz zu den inneren Schichten leer oder doch inhaltsarm.

Das ganze Innere der Macis wird, abgesehen von vereinzelten zarten Gefäßbündeln, aus parenchymatischen Zellen gebildet, zwischen welche größere Ölzellen eingestreut sind (Abb. 519). Die parenchymatischen Speicherzellen des Grundgewebes enthalten neben Fett zahlreiche, bis zu 10 μ große, teils rundliche, meist aber unregelmäßig stäbchenförmige Körner von Amylodextrin, die sich in wässeriger Jodlösung rotbraun färben und in heißem Wasser lösen. Die im Speichergewebe außerdem anzutreffenden Ölzellen haben einen körnigen Wandbelag und enthalten Tropfen hellgelben ätherischen Öls.

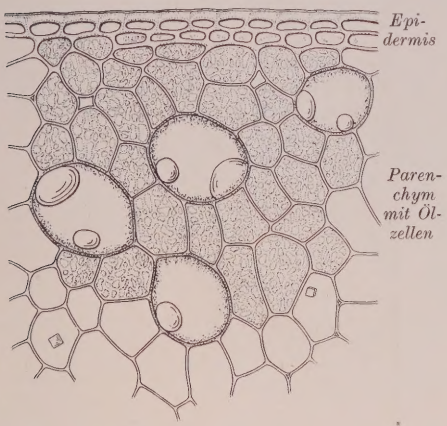


Abb. 519. Querschnitt durch Banda-Macis (Randteil). Vergr. 200fach.

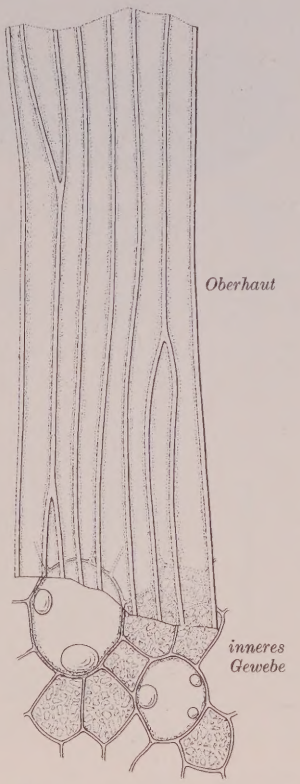


Abb. 520. Oberhaut und inneres Gewebe der Banda-Macis in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Macispulver ist gelb- bis rötlichbraun und besteht zur Hauptsache aus den mehr oder minder zertrümmerten Zellen des Speicherparenchyms; dazwischen finden sich die meist noch deutlich erkennbaren Ölzellen. Auch die charakteristischen Flächenansichten der langgestreckten Epidermis- und Hypodermzellen sind ebenfalls stets anzutreffen. Unbedingt notwendig sind Präparate in Jodjodkalilösung; wegen ihres Gehaltes an Amylodextrin färben sich alle Elemente mit Ausnahme der Oberhaut- und Ölzellen sowie

der zarten Gefäßbündelfragmente rotbraun. Etwa eintretende Blaufärbung würde auf Stärkezusatz hinweisen; auch die für eiweißartige Stoffe charakteristische Gelbfärbung darf in reiner Macis nicht eintreten und würde auf Zusatz anderer Stoffe, vor allem auf Preßrückstände von Ölfrüchten deuten.

Macis von anderen Myristica-Arten.

Als Ersatz und Verfälschung der echten Macis findet der Arillus verschiedener anderer *Myristica*-Arten Verwendung.

Die Papua- oder Makassar-Macis stammt von der oben bereits beschriebenen Papua- oder Makassar-Muskatnuß, *Myristica argentea* Warburg; sie unterscheidet sich äußerlich von echter Macis durch breitere und längere Lappen, die jedoch weniger zahlreich sind, sowie vor allem durch die mehr rotbraune bis dunkelrote Farbe und den ungleich stärkeren Geschmack; außerdem ist sie viel fettreicher. Mikroskopisch ist Papua-Macis in erster Linie an dem stärker entwickelten Hypoderm zu erkennen; dagegen macht der Nachweis im gepulverten Zustand Schwierigkeiten.

Abb. 521. Bombay-Macis (Handelsware). Nat. Gr.

Die Bombay-Macis, die von der auf S. 257 erwähnten Bombay-Muskatnuß, *Myristica malabarica* Lam., stammt, ist geruchlos und hat keinen aromatischen, sondern einen harzartigen Geschmack; sie ist also

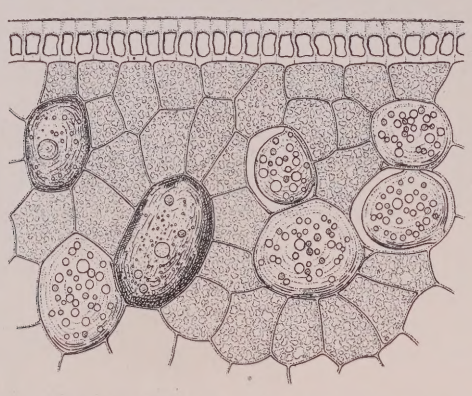


Abb. 522. Querschnitt durch Bombay-Macis (Randteil). Vergr. 200fach.

minderwertig und kann nur zu Verfälschungszwecken verwendet werden. Die Farbe der Bombay-Macis ist rotbraun, die Form schlanker als bei der echten Macis, die zahlreichen Lappen des oberen Endes sind auffallend schmal (Abb. 521). Mikroskopisch ist Bombay-Macis an den im Querschnitt besonders hohen Epidermiszellen, sowie vor allem an den zahlreichen gelben bis orangeroten Sekretzellen im inneren Arillusgewebe zu erkennen (Abb. 522); diese Zellen enthalten nicht wie bei der echten Macis Öl, sondern Harzballen, die sich in Alkalien blutrot färben. Im Pulver gilt der mikroskopische Nach-

weis der Bombay-Macis trotz der vorstehend erwähnten Merkmale nicht immer als ganz einfach; deshalb werden vielfach auch chemische Farbstoffreaktionen alkoholischer Extrakte mit herangezogen.

Sternanis.

Herkunft und äusserer Bau der Früchte.

Die durch ihren Anetholgehalt ausgezeichneten Früchte des echten Sternanis oder Badian stammen von *Illicium verum* Hook fil., einer im südlichen China und in Tonkin wild wachsenden und kultivierten baumartigen Magnoliacee. Die rotbraunen, korkig-holzigen Sammelfrüchte (Abb. 523) bestehen aus etwa 8 um eine Mittelachse oder Columella rosettenartig angeordneten, grobgerunzelten Teilfrüchtchen, die an der nach oben gekehrten Bauchnaht aufspringen und daher als Balgfrüchte zu bezeichnen sind; sie enthalten je einen oval-eiförmigen, rotbraunen Samen mit glänzender Oberfläche und vertieftem Nabel.

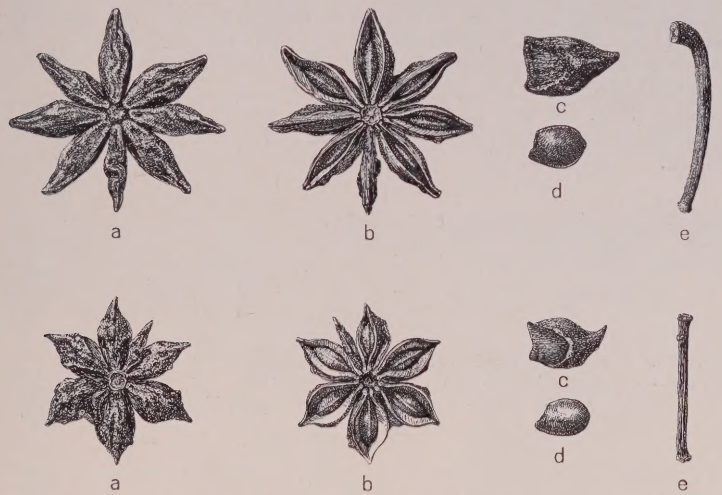


Abb. 523. Sternanis und Sikimmi (Früchte, Samen und Fruchtstiele). Obere Reihe: *Illicium verum* Hook. fil. Untere Reihe: *Illicium religiosum* Sieb. et Zucc. a) Frucht von der Rückseite gesehen, b) Frucht von der Oberseite gesehen, c) einzelnes Teilfrüchtchen von der Seite gesehen, d) herausgelöster Same, e) Fruchtstiel. Nat. Gr.

Außerordentlich ähnlich sind die in der Handelsware oft vorhandenen, stark giftigen Skimmi-, Shikimi- oder Sikimmi-Früchte, deren Stammpflanze, *Illicium religiosum* Sieb. et Zucc., ebenfalls in China heimisch ist, hauptsächlich aber in Japan vorkommt. Sie sind äußerlich an folgenden, jedoch nicht immer gleich deutlich ausgeprägten Merkmalen von dem echten Sternanis zu unterscheiden (Abb. 523):

Die Balgfrüchte des Sternanis sind bis 20 mm groß, dunkelrotbraun, von oben gesehen schlank und wenig geöffnet, Sikimmifrüchte dagegen kleiner, im allgemeinen mehr gelbbraun, dickbauchiger und breit klaffend.

Von der Seite gesehen, sind die Balgfrüchte des Sternanis kahnförmig und laufen in eine fast gerade, stumpfe Spitze aus, Sikimmifrüchte sind geschwungen mit scharf geschnäbelter, nach oben gebogener, deutlicher Spitze.

Die Ansatzstelle des Fruchtstiels am Fruchtstand weist bei Sikimmifrüchten oft einen Korkrand um die Abtrennungsfläche auf, der bei Sternanis fehlt.

Die Columella geht beim Sternanis bis nach oben durch, während sie bei Sikimmi nicht bis zur Oberfläche reicht, so daß eine Vertiefung entsteht.

Die Samen des Sternanis sind eiförmig flach und rotbraun, diejenigen der Sikimmifrüchte etwas weniger zusammengedrückt und bräunlichgelb.

Weitere Unterscheidungsmerkmale geben die in der Handelsware meist noch anzutreffenden Fruchtstiele ab, die beim Sternanis an der Ansatzstelle der Frucht keulenförmig angeschwollen und gebogen sind, während die Stiele der Sikimmifrüchte eine kürzere gerade Form ohne keulige Verdickungen besitzen.

Zur Unterscheidung der Früchte wird zweckmäßig weiter die Geruchs- und Geschmacksprobe herangezogen. Die Unterschiede im Geruch treten besonders deutlich hervor, wenn die Früchte im Mörser zerrieben werden; echter Sternanis enthält reichlich Anethol, Sikimmifrüchte riechen statt nach Anethol mehr balsamisch; sie können jedoch, wenn sie in der Handelsware mit Sternanis zusammenliegen, ebenfalls Anetholgeruch annehmen. In Zweifelsfällen muß nach dem Geschmack geurteilt werden; echter Sternanis schmeckt scharf nach Anis, Sikimmi dagegen zuerst mehr säuerlich und dann eigenartig bitter aromatisch.

Mikroskopischer Bau des Sternanis.

Die Fruchtwand des Sternanis ist aus verhältnismäßig großzelligen Elementen aufgebaut. Die äußere Epidermis besteht aus Zellen, deren radiale Wände wellig gebogen sind; der derben Außenwand sind auffallende Cuticularleisten aufgelegt, die auf Querschnittsbildern als Zäpfchen erscheinen (Abb. 524 und 525). Zwischen den gewöhnlichen Epidermiszellen liegen ganz vereinzelt große Spaltöffnungen.

Abb. 524. Querschnitt durch den äußeren Randteil der Fruchtwand des Sternanis. Vergr. 200fach.

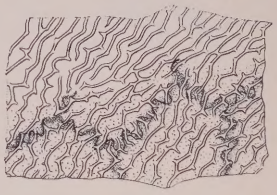


Abb. 525. Cuticularleisten und Epidermiszellen der Fruchtwand des Sternanis (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

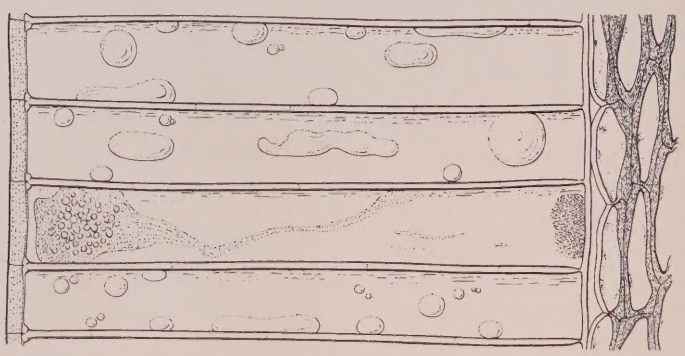


Abb. 526. Palisadenzellen des Endokarps von der Fruchtwandhöhlung des Sternanis. Vergr. 200fach.

Das Mesokarp der Fruchtwand wird aus derbwandigem, braunem Parenchym mit eingestreuten Ölzellen und Gefäßbündeln gebildet. An der

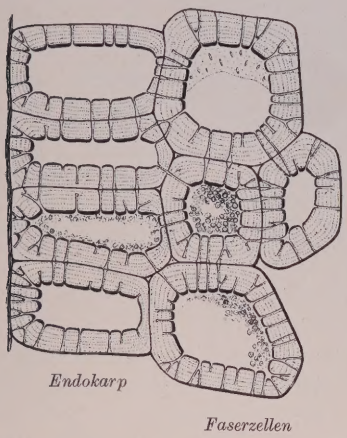


Abb. 527. Steinzellen des Endokarps des Sternanis aus der Bauchnaht der Fruchtwand mit dahinter liegenden Faserzellen. Vergr. 200fach.

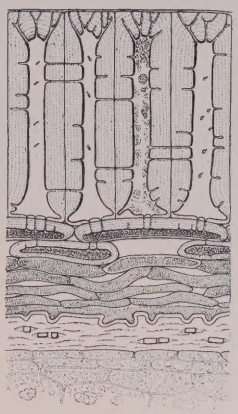


Abb. 528. Querschnitt durch den Randteil des Samens des Sternanis. Vergr. 200fach.

sich öffnenden Bauchnaht sind im Mesokarp statt parenchymatischer Zellen große Faserzellen entwickelt, die auf Querschnittsbildern wie Steinzellen aussehen (Abb. 527 rechts).

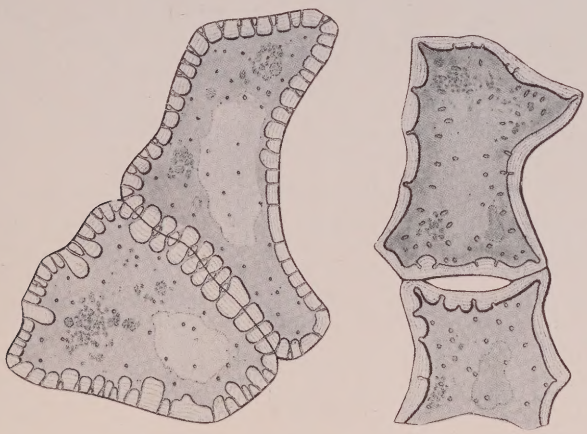


Abb. 529. Tafelsteinzellen aus der Samenschale des Sternanis (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Das Endokarp der Fruchtwand besteht aus auffallend hohen, mäßig verdickten Palisadenzellen (Abb. 526); nach der Bauchnaht zu gehen

diese allmählich in kürzere, aber stärker verdickte Steinzellen über (Abb. 527 links).

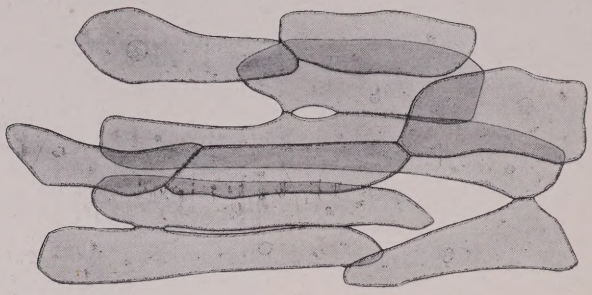


Abb. 530. Braunes Parenchym aus der Samenschale des Sternanis (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Der Same besitzt Samenschale, ein großes Endosperm und einen kleinen, wenig charakteristischen Embryo.

Die Samenschale (Abb. 528) läßt 4 verschiedene Gewebeschichten erkennen:

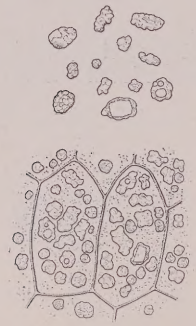


Abb. 531. Parenchym und Aleuronkörner aus dem Endosperm des Sternanis. Vergr. 200fach.

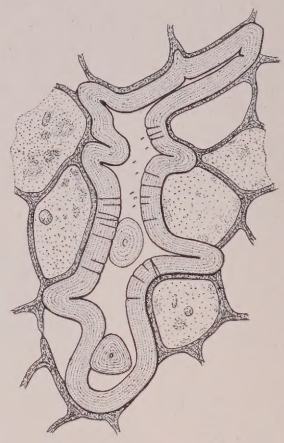


Abb. 532. Verzweigte Steinzelle aus Columella und Fruchtstiel des Sternanis. Vergr. 200fach.

die äußere Epidermis aus palisadenförmig angeordneten Steinzellen mit gelblichen, stark verdickten Wänden und deutlicher Tüpfelung, die auch auf den Außenwänden vorhanden ist;

eine ein- bis zweifache Schicht aus tafelförmigen, leicht gewölbten Steinzellen mit dunklem Inhalt. Diese Zellen geben vor allem in der Flächenansicht ein charakteristisches Bild (Abb. 529); der Inhalt erscheint hier meist hellbraun, auch zeigen die Zellen häufig schwache Ausstülpungen und zwischen sich große Interzellularen;

langgestreckte braune Parenchymzellen (Abb. 530);

eine farblose Schicht völlig kollabierter Zellen mit eingestreuten Oxalatkristallen.

Das Endosperm besteht aus dünnwandigen Zellen, die außer fettem Öl vor allem zahlreiche große Aleuronkörner von oft gestreckter Form und mit meist warzig-gebuckelter Oberfläche führen (Abb. 531). Die

Aleuronkörner enthalten Globoide und ein Kristalloid; beide sind jedoch oft nur schwer sichtbar.

Die zentrale Mittelsäule oder Columella, um welche die einzelnen Balgfrüchte des Sternanis kreisförmig angeordnet sind, besteht mikroskopisch zur Hauptsache aus derbem, großzelligem und braunwandigem Parenchym. In diesem verlaufen die Gefäßbündel; weiter sind, vor allem in die äußeren Schichten des parenchymatischen Grundgewebes, große, eigentümlich verzweigte Steinzellen eingestreut (Abb. 532), die aber trotz ihrer Größe nicht immer leicht zu erkennen sind.

Der mikroskopische Bau der Fruchtstiele, welche die Sammelfrucht des Sternanis tragen, ähnelt durchaus demjenigen der Columella; auch im Parenchym der Fruchtstiele treten außer den Gefäßbündeln die eben beschriebenen verzweigten Steinzellen auf.

Mikroskopischer Bau der Sikimmifrüchte.

Sikimmifrüchte zeigen nicht nur in der äußeren Form, sondern auch im mikroskopischen Bau große Ähnlichkeit mit echtem Sternanis. Stets treffen wir die gleichen Gewebeschichten, die sich entweder gar nicht oder nur durch geringe Unterschiede von den entsprechenden Bestandteilen des Sternanis unterscheiden lassen.

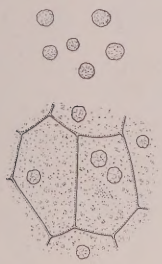


Abb. 533. Parenchym und Aleuronkörner aus dem Endosperm des Sikimmisamens. Vergr. 200fach.

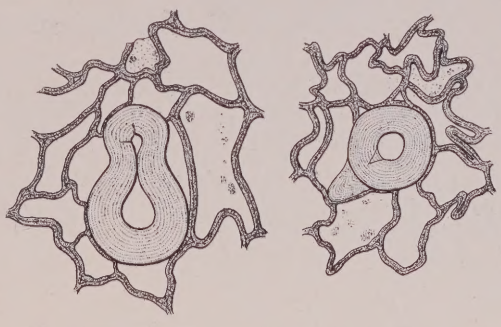


Abb. 534. Steinzellen aus Columella und Fruchtstiel des Sikimmifruchtstandes. Vergr. 200fach.

Was zunächst die Fruchtwand anbetrifft, so sind die Cuticularleisten der Oberhautzellen bei Sikimmi meist weniger erhaben und undeutlicher entwickelt als bei Sternanis. Die Palisadenzellen des Endokarps der Sikimmifrüchte sind etwas niedriger; auch vollzieht sich der Übergang der Palisadenzellen zu den kleineren Steinzellen, aus denen das Endokarp an der Bauchnaht besteht, nicht allmählich wie beim Sternanis, sondern unvermittelt.

Die Samenschalen von Sikimmi und Sternanis sind mikroskopisch nicht sicher zu unterscheiden; dagegen weisen die Aleuronkörner des Endosperms Verschiedenheiten auf. Sie sind bei dem Sikimmi-Samen kleiner und kugelig-oval mit fast glatter Oberfläche; nach Entfettung treten oft mehrere Kristalloide hervor. Außerdem ist die Zahl der Aleuronkörner in den Endospermzellen der Sikimmi-Samen wesentlich geringer als beim Sternanis (Abb. 533).

Columella und Fruchtstiele des Sikimmi führen statt der großen verzweigten Steinzellen des Sternanis kleinere, elliptische oder kugelige Steinzellen mit nur unbedeutenden Ausstülpungen (Abb. 534).

Sternanispulver.

Charakteristisch für das Pulver des echten Sternanis sind folgende Gewebeelemente:

Oberhautzellen mit Cuticularleisten, großzelliges, braunes Parenchym, Palisaden- und Steinzellen,	Fruchtwand
Palisadensteinzellen, tafelförmige Steinzellen mit braunem Inhalt, braunes, gestrecktes Parenchym, farblose, kollabierte Schichten mit Kristallen,	Samenschale
dünnwandiges Parenchym mit zahlreichen, meist länglichen und an der Oberfläche warzig-gebuckelten Aleuronkörnern,	Endosperm
braunes Parenchym mit großen, verzweigten Steinzellen	Columella und Fruchtstiel

Bestandteile von Sikimmifrüchten in Sternanispulvern sind mit Sicherheit nur sehr schwer, oft gar nicht nachzuweisen; bezüglich der Unterscheidungsmerkmale sei auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen.

Cardamomen.

Die Cardamom-Pflanze, *Elettaria cardamomum* Maton (Fam. Zingiberaceae) stammt aus den Bergwäldern der Malabarküste im südlichen Vorderindien; sie wird heute in zahlreichen Spielarten, die früher vielfach als eigene botanische Arten aufgefaßt wurden, vor allem auf den Inseln des Malayischen Archipels und Ceylon wie auch in Westindien angebaut; als Stammpflanze der langen Ceylon-Cardamomen gilt *Elettaria major* Sm. Die Früchte werden kurz vor der Reife geerntet und kommen entweder unmittelbar nach dem Trocknen in den Handel oder werden vorher einem Aufbereitungsprozeß unterworfen; durch diesen wird die Oberfläche geglättet und die ursprünglich braungraue Farbe gebleicht, so daß solche Früchte ein weißlich-gelbliches Aussehen erhalten.

Die als dreifächerige Kapseln ausgebildeten Früchte enthalten in jedem Fach ein schmales Paket kleiner brauner Samen, die das eigentliche Gewürz bilden; diese Samen sind reich an ätherischem Öl, das den aromatischen Geruch und Geschmack der Ware bedingt. Zahl und Größe der Samen schwankt bei den einzelnen Varietäten von *Elettaria*, ebenso zeigt auch das Aussehen der Kapselfrüchte gewisse Verschiedenheiten. Am meisten verbreitet und am wertvollsten sind die echten oder Malabarcardamomen, auf deren Bauverhältnisse im Folgenden näher eingegangen ist.

Malabar-Cardamomen.

Aussehen der Früchte und Samen.

Die kleinen oder Malabar-Cardamomen sind meist weniger als 2 cm lang, stumpf dreikantig mit leicht eingedrückten Seitenflächen; die gelbliche oder hell-bräunliche Oberfläche besitzt feine Längsrippen (Abb. 535). Jedes der drei Fruchtfächer enthält 5—8 kleine, an den gegenseitigen Berührungsflächen abgeflachte Samen.

Die Samen (Abb. 536) sind etwa 3 mm lang und von einem als feines Häutchen erkennbaren Arillus umhüllt; sie haben eine gewölbte Rücken-

seite und eine flache, durch eine Furche gekennzeichnete Bauchseite. Die graubraune Oberfläche ist durch Querrunzeln unregelmäßig warzig gebuckelt.

Abb. 535. Cardamomenfrüchte. a) Malabar, b) Mysore, c) Ceylon Cardamomen. Nat. Gr.

Abb. 536. Cardamomen-Samen. a) Malabar-, b) Mysore-, c) Ceylon-Cardamomen. Schwach vergrößert.

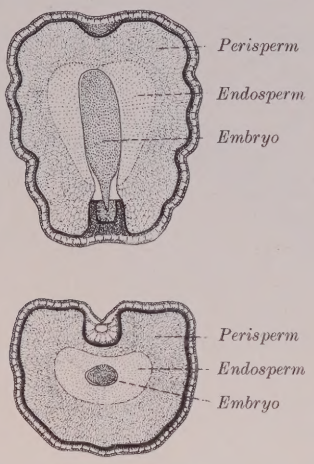


Abb. 537. Längsschnitt (oben) und Querschnitt (unten) durch einen Samen der Malabar-Cardamomen. Vergr. 10fach.

Die Samen enthalten innerhalb der derben Samenschale ein blau-weißliches Perisperm, das kappen- oder sackartig ein kleines Endosperm umschließt. Der winzige Keimling liegt im Innern des ausgehöhlten Endosperms (Abb. 537).

Mikroskopischer Bau der Samen.

Die Untersuchung erfolgt an Quer- und Flächenschnitten, deren Herstellung wegen der harten Beschaffenheit und teilweisen Verkieselung der Samenschale auch dann nicht ganz einfach ist, wenn die unbedingt notwendige Vorquellung des Materials in Wasser vorangegangen ist. Die Querschnitte müssen möglichst in mittlerer Höhe des Samens geführt werden, damit sämtliche Teile desselben getroffen werden (Abb. 537).

Der Arillus bildet ein farbloses Häutchen aus wenigen Lagen stark kollabierter Zellen (Abb. 538). In Flächenansichten ist meist nur die innerste Schicht zu erkennen (Abb. 539); sie besteht aus langgestreckten, zartwandigen Zellen mit Plasmaresten und zuweilen auch mit Öltröpfchen.

Die Samenschale ist aus 5 verschiedenen Schichten aufgebaut (Abb. 538):

1. Oberhaut aus inhaltlosen Zellen annähernd quadratischen Querschnitts mit verdickter Außenwand und dünneren, oft zusammengedrückten, radialen Querwänden. Die Zellen sind in der Längsrichtung des Samens gestreckt (Abb. 540), die Wände erscheinen auf Flächenschnitten zuweilen fein getüpfelt.

2. Flache, zartwandige Querzellen, zum Teil mit braunem Inhalt; sie sind meist senkrecht zu den Oberhautzellen angeordnet und oft nur schwer zu erkennen (Abb. 540 unten).

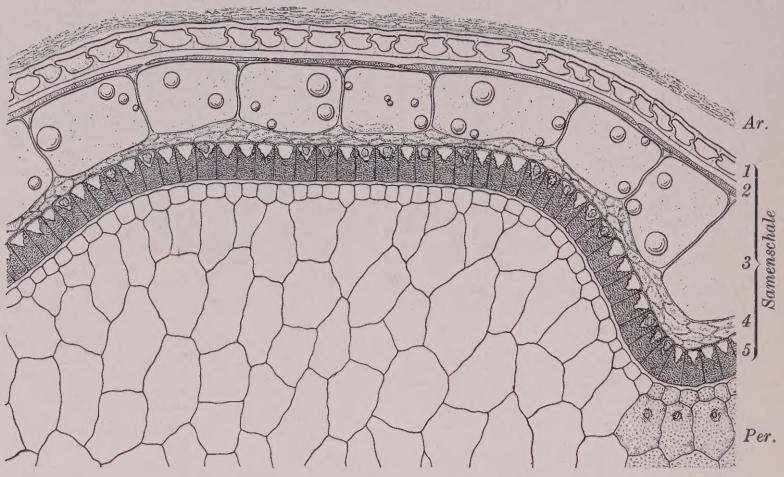


Abb. 538. Querschnitt durch den Randteil eines Samens der Malabar-Cardamomen. *Ar.* = Arillus; *1*—*5* Samenschale: *1* Oberhaut, *2* Querzellen, *3* Ölzellen, *4* Parenchym, *5* Steinzellen; *Per.* = Perisperm. Vergr. 200fach.

3. Große, in Querschnittsbildern fast quadratische Ölzellen mit dünnen, verkorkten Wänden und farblosen Tropfen ätherischen Öls. In Flächenansichten (Abb. 541) sind diese Zellen ebenfalls recht auffallend und zeigen hier eine unregelmäßig rechteckige Form.

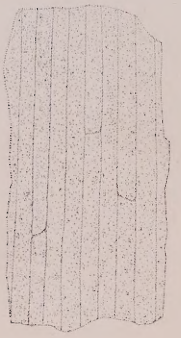


Abb. 539. Arillus-Gewebe der Malabar-Cardamomen (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

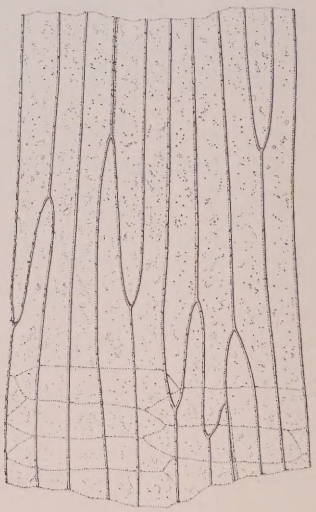


Abb. 540. Oberhautzellen und Querzellen der Samenschale der Malabar-Cardamomen (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

4. Kleinzelliges Parenchym mit körnigen, fein getüpfelten Membranen und plasmatischen Inhaltsstoffen.

5. Steinzellschicht aus stark verdickten, lückenlos zusammenschließenden Zellen mit rotbraunen, im oberen Teil verkieselten Wänden. Das Lumen der radial gestreckten Zellen ist bis auf einen kleinen, zwiebelförmigen Hohlraum am oberen Ende der Zellen geschwunden; dieser Teil enthält einen kleinen warzigen Kieselkörper.

Auf Flächenansichten (Abb. 541) ist das Bild der Steinzellschicht je nach der Einstellung verschieden. Bei hoher Einstellung erscheinen die Zellen dünnwandig und zeigen die im Lumen enthaltenen Kieselkörper; bei tiefer Einstellung sind die Zellen in ihrer ganzen Fläche gleichmäßig braun.

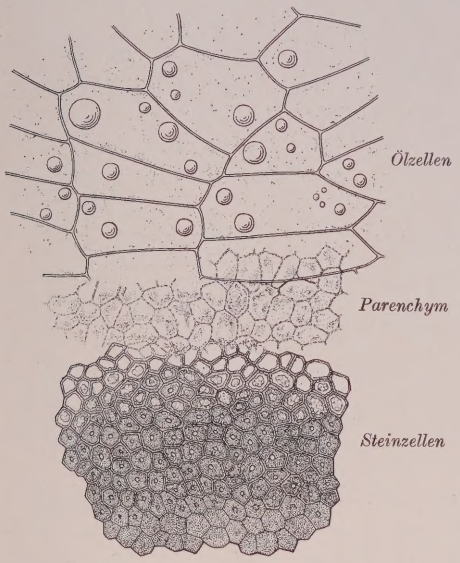


Abb. 541. Mittlere und innere Schichten der Samenschale der Malabar-Cardamomen in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

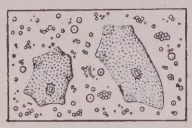


Abb. 542. Stärkekörner und Stärkezellen aus dem Perisperm der Malabar-Cardamomen. Vergr. 200fach.

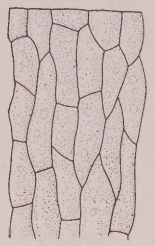


Abb. 543. Bruchstück aus dem Endosperm der Malabar-Cardamomen. Vergr. 200fach.

Das Perisperm besteht aus dünnwandigen Zellen, die mit warzenförmigen Ausbuchtungen und entsprechenden Vertiefungen dicht aneinandergefügt sind. Jede Zelle enthält einen kleinen Hohlraum mit einem oder mehreren kleinen Kristallen; der übrige Inhalt besteht aus verklebten Stärkekörnern. Der Bau der einzelnen Stärkekörnchen ist erst an verletzten oder zerquetschten Zellen deutlich zu erkennen (Abb. 542). Die Stärkekörner sind sehr klein (1—5 μ), kugelig oder rundlich-eckig und weiter dadurch charakterisiert, daß alle Übergänge zwischen ganz kleinen Körnern (1 μ) und solchen bis zu 5 μ Größe vorliegen.

Das Endosperm (Abb. 543) besteht ebenfalls aus dünnwandigen und festgefügten Zellen, die aber im Gegensatz zum Perisperm keine Stärke enthalten, sondern sich in Jodpräparaten gleichmäßig gelbbraun färben. Der ganze Inhalt besteht aus einer verklebten Eiweißmasse, in der sich

zuweilen undeutlich rundliche Gebilde abheben, die als Aleuronkörner zu deuten sind.

Das Gewebe des kleinen Keimlings (Abb. 544) besteht aus parenchymatischen Zellen, die körniges Plasma und kleine Aleuronkörner führen und im Gegensatz zu Perisperm und Endosperm auch kleine Intercellularen erkennen lassen.

Cardamomenpulver.

Das Pulver darf nur aus den Samen selbst bestehen. Es ist bräunlich- bis rötlich-grau und von stark aromatischem Geruch und Geschmack. Die mikroskopische Prüfung des Pulvers erfolgt in Wasser-, Glyzerin- und Jodpräparaten. Die Hauptmasse besteht aus den länglich-polyedrischen, mit kleinen Stärkekörnern vollgepfropften Perispermzellen, die an den Kristallen der inneren kleinen Höhlung und den warzenförmigen Vorsprüngen leicht von stärkeführenden Zellen anderer Samen, wie Pfeffer, zu unterscheiden sind. Neben ganzen Zellen finden sich reichlich auch kleine, freie Stärkekörner. In Jodpräparaten fallen weiter die gelbbraunen Endospermzellen auf. Die ebenfalls stets vorhandenen Bestandteile der Samenschale sind an den gestreckten Oberhautzellen, den großen Ölzellen und vor allem an den Fragmenten der charakteristischen, braunen Steinzellschicht zu erkennen.

Abb. 544. Bruchstück des Keimlings der Malabar-Cardamomen. Vergr. 200fach.

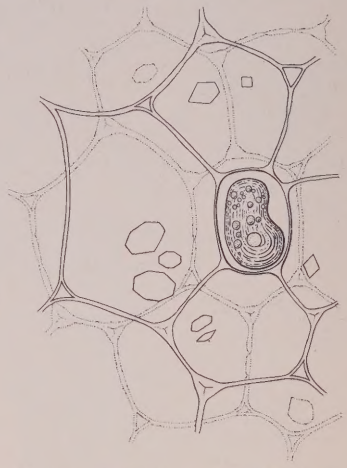


Abb. 545. Parenchymzellen und Sekretbehälter aus dem Mesokarp der Malabar-Cardamomen. Vergr. 200fach.

Verfälschungen des Cardamomenpulvers.

Als solche kommen Getreide- und Leguminosenmehle (Abschnitt II u. III), ferner extrahierter Ingwer (S. 300) und die gemahlenen Fruchtschalen der Cardamomen selbst in Frage. Die erstgenannten Verfälschungsmittel sind ohne weiteres an den gänzlich abweichend gebauten Stärkekörnern nachzuweisen. Zusatz von gepulverten Fruchtschalen der Cardamomen ist äußerlich schon an der mehr gelblichen Farbe des Pulvers und größeren porösen Bruchstücken zu erkennen. Mikroskopisch werden Bestandteile der Fruchtwand vor allem an dem Vorhandensein großer Parenchymzellen mit dazwischen liegenden, kleineren Harzzellen gelbbraunen Inhaltes nachgewiesen (Abb. 545); die Parenchymzellen enthalten meist tafelförmige Kristalle. Weiter sind lange Faserzellen mit Spaltentüpfeln für den Zusatz gemahlener Fruchtwandbestandteile charakteristisch (Abb. 546); sie stammen aus den Gefäßbündeln des Mesokarps.

Andere Cardamomen-Arten.

In Aussehen und Bauverhältnissen ähneln die Früchte und Samen anderer Cardamomen-Sorten den im Vorstehenden beschriebenen Malabar-Cardamomen. Die Früchte der Mysore-Cardamomen haben eine mehr rundliche Form (Abb. 535) und enthalten etwas größere Samen (Abb. 536). Die langen oder Ceylon-Cardamomen (*Elettaria major* Sm.), die wegen

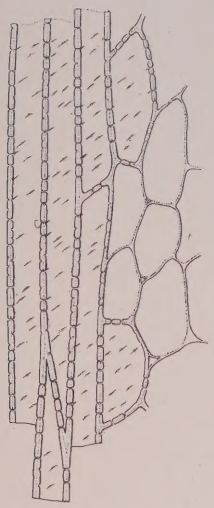


Abb. 546. Holzfasern aus der Nähe der Mesokarp-Gefäßbündel der Malabar-Cardamomen (Längsschnitt). Vergr. 200fach.

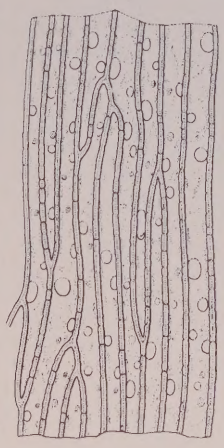


Abb. 547. Oberhautzellen der Samenschale der Ceylon-Cardamomen (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

ihres strengen Geschmackes weniger geschätzt werden, haben wesentlich längere Früchte von schmutzig-brauner Farbe (Abb. 535); sie führen in jedem Fach etwa 20 Samen, die ungefähr ebenso groß sind wie die Samen der Malabar-Cardamomen (Abb. 536). Die mikroskopischen Unterschiede sind auch hier gering; das Hauptmerkmal besteht in den Oberhautzellen der Samenschale, die bei den Ceylon-Cardamomen (Abb. 547) wesentlich schmaler und dabei derbwandiger sind als die entsprechenden Zellen der Malabar-Cardamomen.

Außer *Elettaria cardamomum* und *E. major* werden die Früchte einiger ebenfalls zur Familie der Zingiberaceen gehörenden *Amomum*-Arten als Cardamomen bezeichnet. Sie sind an ihrem abweichenden Aussehen sowie auch an Verschiedenheiten des anatomischen Baues von den zur Gattung *Elettaria* gehörenden Cardamomen zu unterscheiden und haben für den europäischen Markt im allgemeinen keine Bedeutung. Als Beimischungen zu echten Cardamomen kommen bisweilen die kampferartig schmeckenden Siam-Cardamomen oder „camphor seeds“ (Samen von *Amomum Cardamomum* Blume) vor.

Vanille.

Herkunft und Gewinnung der Handelsware.

Die Vanille„stangen" oder „Schoten" des Handels haben eine lange zylindrische Form, eine schwarzbraune, fettig glänzende, längs gerunzelte Oberfläche mit feinen, weißen Kristallausscheidungen und einen sehr aromatischen Geruch. Sie sind die Früchte von *Vanilla planifolia* Andr., einem im östlichen Mexiko heimischen, jetzt in vielen tropischen Ländern angebauten Kletterstrauch aus der Familie der Orchidaceen. Auch heute noch liefert Mexiko die feinste Handelsware. Nach Europa gelangt vor allem die Bourbon-Vanille von der Insel Réunion. Als wichtige Herkunftsländer kommen außerdem Madagaskar, Java, Ceylon und die Seychellen in Betracht.

Die Vanillefrüchte sind entgegen der landläufigen Bezeichnung keine „Schoten", sondern 1fächerige, aus 3 Fruchtblättern bestehende Kapseln, die sich bei der Reife in 2 Längsspalten öffnen; die Handelsware besteht aus unreif geernteten und darum noch geschlossenen Früchten. Diese zur Zeit der Ernte grünen oder schwach gelblichen Früchte sind zunächst nicht aromatisch; erst durch einen sehr langsamen Trocknungsprozeß, verbunden mit vorübergehendem „Schwitzen" oder Eintauchen in heißes Wasser, findet unter gleichzeitiger Dunkelfärbung der Schoten allmählich die Bildung des Vanillins statt; am Schlusse der Behandlung ist die Oberfläche der richtig „kristallisierten" Vanille mit feinen Vanillinkristallen bedeckt. Güte und Qualität der Handelsware hängen weitgehend vor allem von der richtigen Durchführung des soeben kurz geschilderten Aufbereitungsprozesses ab.

Bau der Fruchtwand.

Querschnitte durch die Vanillefrucht zeigen nach Aufweichen in Ammoniak die ursprüngliche, gerundet-dreieckige Form; die breite, braune Fruchtwand umschließt einen Hohlraum mit zahlreichen kleinen, schwarzen Samen, die an 6 in den Hohlraum ragenden Plazenten entwickelt werden.

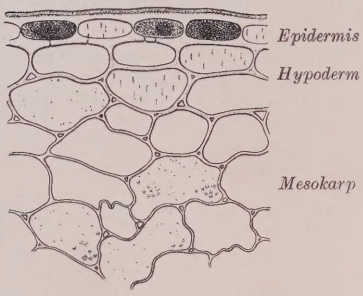


Abb. 548. Querschnitt durch den Randteil der Vanille-Fruchtwand. Vergr. 200fach.

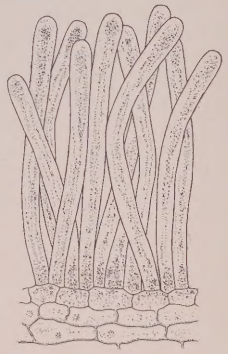


Abb. 549. Querschnitt durch die innere Oberhaut der Vanillefruchtwand mit Papillenhaaren. Vergr. 200fach.

Die äußere Epidermis der Fruchtwand (Abb. 548) besteht im Querschnittsbild aus flachen, lückenlos zusammenschließenden Zellen mit gelb-

brauner Cuticula, fast farbloser, an der Berührungsfläche der Cuticula gekörnter Außenwand und dunklem Inhalt; soweit der Inhalt herausgefallen ist, tritt oft eine feine Tüpfelung der Radialwände hervor. Das unter der Epidermis liegende Hypoderm (Abb. 548) hat etwas größere Zellen mit ebenfalls getüpfelten, radialen Wänden. Die Hauptmasse der Fruchtwand besteht aus dünnwandigem Parenchym, in dem auch die Gefäßbündel verlaufen. Die inneren Schichten der Fruchtwand sind oft nur schwer zu erkennen; die Zellen der inneren Oberhaut sind zwischen den Plazenten

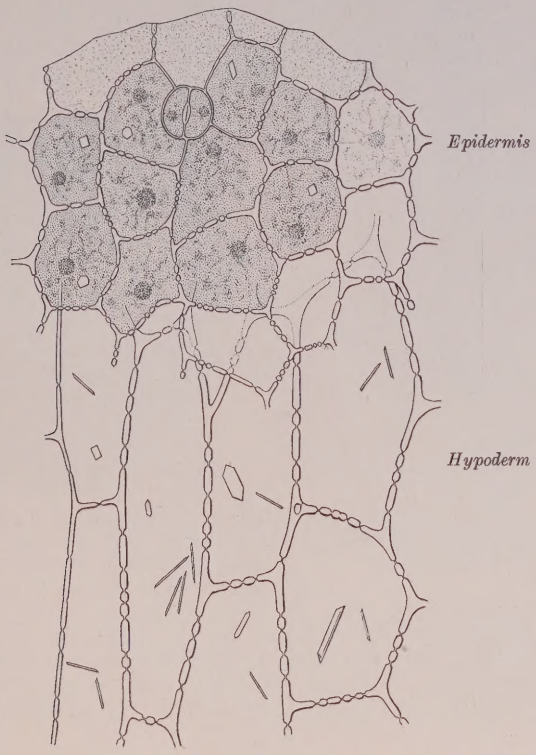


Abb. 550. Epidermis und Hypoderm der Vanillefruchtwand in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

zu dünnwandigen, zylindrischen Haaren ausgewachsen (Abb. 549), die aber häufig verschleimt und dann nicht deutlich zu sehen sind.

Wichtiger als Querschnittsbilder sind die Flächenansichten der einzelnen Fruchtwandschichten (Abb. 550). Die Epidermiszellen zeigen sich hier als annähernd isodiametrische Zellen mit getüpfelten Membranen und hellbraunem Inhalt, in dem ein kräftig brauner, dem Zellkern entsprechender, körniger Plasmaklumpen auffällt; außerdem enthalten viele Zellen einen großen Kristall, dessen Form recht verschieden sein kann. Spaltöffnungen sind nur spärlich vorhanden. — Die unter der Epidermis liegenden Hypodermzellen (Abb. 550) sind größer, deutlich

in der Längsrichtung der Fruchtwand gestreckt, ziemlich derbwandig und ebenfalls stark getüpfelt. Sie sind inhaltsarm, führen aber vereinzelt Oxalatkristalle in Säulen- oder Stäbchenform.

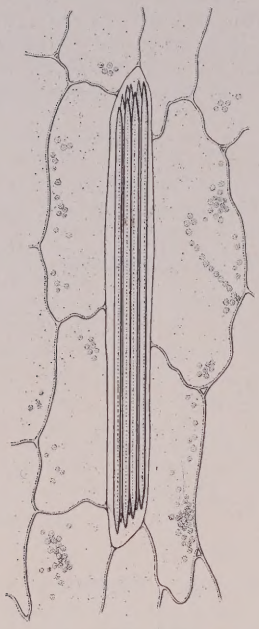


Abb. 551. Raphidenzelle aus dem Mesokarp der Vanillefrucht. Vergr. 200fach.

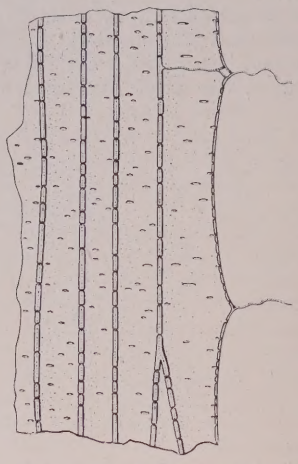


Abb. 552. Holzfasern und Holzparenchym aus dem Mesokarp der Vanillefrucht (Gefäßbündelscheide, Längsschnitt.) Vergr. 200fach.

Die Zellen der inneren Fruchtwandteile sind dünnwandig und haben ausgesprochen parenchymatischen Charakter; in diesem Gewebe liegen, oft in reihenförmiger Anordnung, schmale und längere Zellen mit kräftigen Raphiden (Abb. 551), die im polarisierten Licht in lebhaften Farben aufleuchten. Die Gefäßbündel des Mesokarps führen Ring-, Spiral- und Netzgefäße und werden von Holzfasern und Holzparenchym mit quergestellten Spaltentüpfeln (Abb. 552) begleitet, die zusammen mit den Raphidenzellen das Hauptmerkmal dieser Fruchtwandschichten abgeben.

Vanillesamen.

Die Samen sind außerordentlich klein, von oval-kugeliger Gestalt und tief schwarzbraun, so daß Einzelheiten meist überhaupt nicht zu erkennen sind (Abb. 553). Unreife Samen sind weniger dunkel und zeigen, daß die äußerste Schicht der Samenschale aus stark verdickten Steinzellen gebildet wird. Zum Studium des Samenbaues empfiehlt es sich, Samen mit dem Schulzeschen Mazerationsgemisch zu behandeln und auf dem Objektträger zu zerquetschen. Durch die Behandlung werden die Steinzellen größtenteils entfärbt, so daß sie nunmehr deutlich sichtbar werden (Abb. 554). Unter der äußeren Steinzellschicht der Samenschale liegen einige weitere, aber zartzellige Schichten; der Keimling besteht aus kleinen, parenchymatischen Zellen, die Eiweiß und Öl führen.

Nachweis von Vanille in anderen Produkten.

Der mikroskopische Nachweis von zermahlener Vanille hat fast nur für Vanilleschokolade Bedeutung. Das Untersuchungsmaterial wird zunächst mit Äther behandelt, um das Fett zu extrahieren, darauf mit heißem Wasser, um den Zucker zu lösen. Nach Absetzenlassen oder Abfiltrieren kann sofort in Lauge oder Chloralhydrat untersucht werden; oder es empfiehlt sich, weiter die Bodensatzprobe (S. 10) mit Aufkochen in verdünnter Salzsäure vorzunehmen und dann erst zu untersuchen.

Das wichtigste Merkmal geben die kleinen, schwarzen Samen ab; daneben muß auf braungelbe Fragmente der Fruchtwand geachtet werden. Die Raphiden sind als Merkmal nur bedingt brauchbar, da sie stark zertrümmert und in dem mit Salzsäure vorbehandelten Material nicht mehr vorhanden sind.

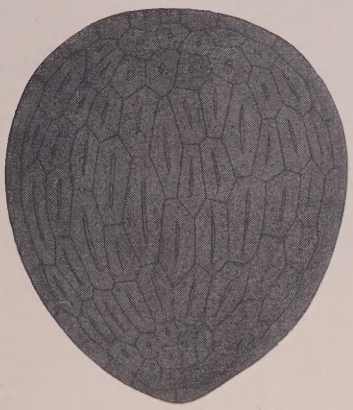


Abb. 553. Vanille-Samen. Vergr. 200fach.

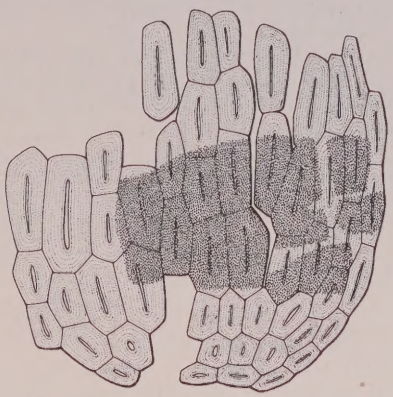


Abb. 554. Samenschalenfragment des Vanillesamens (Mazerationspräparat). Vergr. 200fach.

Vanillon.

Als Vanillons werden die Früchte einiger anderer *Vanilla*-Arten bezeichnet, die aber nicht vanillinhaltig sind, sondern meist nach Piperonal riechen. Hierhin gehören vor allem die wesentlich dickeren Früchte von *Vanilla pompona* Schiede. Auch die Früchte anderer *Vanilla*-Arten unterscheiden sich im Aussehen, oft auch im Geruch deutlich von den charakteristischen Früchten der echten Vanille.

Umbelliferenfrüchte.

Allgemeines.

Eine Anzahl von Umbelliferenfrüchten werden als Küchengewürz verwendet. Die Früchte selbst sind Spaltfrüchte oder Doppelachänen; die beiden aus je einem Fruchtblatt hervorgehenden Teilfrüchte sind an einem zwischen den Trennungsflächen befindlichen Fruchtträger oder Karpophor aufgehängt. Bei der Reife zerfallen die Früchte meist in die Teilfrüchtchen; beim Anis haften diese aber dem Karpophor ziemlich fest an, während die Teilfrüchte des Koriander mit ihren Rändern verwachsen sind, so daß die Handelsware hier stets aus Doppelachänen besteht.

Die Fruchtwand jedes Teilfrüchtchens besitzt 5 in der Längsrichtung der Frucht verlaufende Gefäßbündel, die sich in den 5 nach außen mehr oder minder stark hervortretenden Rippen befinden. Die zwischen diesen liegenden Tälchen weisen oft ebenfalls noch Rippen, sog. Nebenrippen, auf, die aber keine Gefäßbündel enthalten. In den Tälchen liegen im allgemeinen die ebenfalls in der Längsrichtung der Frucht verlaufenden Ölgänge oder Sekretbehälter.

Die Fruchtwand besteht aus der äußeren Oberhaut, dem Mesokarp und der inneren Oberhaut, die mit der dünnen Samenhaut verwachsen ist. Das Mesokarp enthält die bereits erwähnten Gefäßbündel und Ölstriemen und zeigt neben parenchymatischen Zellen vielfach sklerenchymatische Elemente. Die innere Oberhaut oder das Endokarp ist bei den Umbelliferenfrüchten meist als Querzellenschicht ausgebildet. Die mit dem Endokarp verwachsene, dünne Samenschale zeigt sich auf Querschnitten als feine, dunkle Linie.

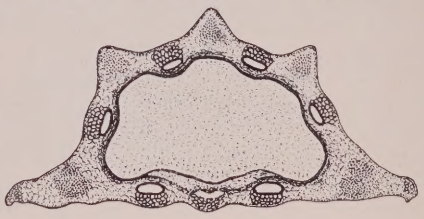
Das Innere des Samens wird fast ganz von dem Endosperm gebildet, das aus kleinen, farblosen, ziemlich derbwandigen Zellen besteht, die neben Fett Aleuronkörner mit Globoiden oder kleinen Oxalatrosetten enthalten und stets stärkefrei sind.

Die mikroskopische Untersuchung der Umbelliferenfrüchte erfolgt zweckmäßig in Glyzerin, in Jodpräparaten und in Chloralhydrat, das allerdings starke Quellung der Zellwände des Endosperms bewirkt. Zur Untersuchung der Fruchtwandbestandteile genügen im allgemeinen Schabepräparate nach vorhergehendem Kochen der Früchte in verdünnter Lauge. Der Nachweis der für das Endosperm von Umbelliferenfrüchten typischen kleinen Oxalatrosetten der Aleuronkörner erfolgt am besten durch das Polarisationsmikroskop.

Fenchel.

Die grünlich-braunen Früchte des im Mittelmeergebiet heimischen Fenchels, *Foeniculum vulgare* Mill., sind in der Handelsware oft mehr, oft weniger in ihre Teilfrüchte zerfallen (Abb. 555). Die zylindrischen

Abb. 555. Fenchel. Vergr. 2fach.



Fugenseite

Abb. 556. Querschnitt durch die Teilfrucht des Fenchels. Vergr. 20fach.

Früchte tragen an der Spitze das Griffelpolster; ihre Länge schwankt bei den verschiedenen Herkünften stark und liegt meist zwischen 5 und 10 mm, die Breite zwischen 2 und 3½ mm. Jede Teilfrucht weist 5 deutlich hervortretende Hauptrippen auf, von denen die an die Fugenfläche grenzenden Randrippen besonders stark entwickelt sind (Abb. 556). Die Tälchen zwischen den Rippen enthalten je eine, die Fugenseite zwei dunkle, breite Ölstriemen. Das Endosperm liegt der Fugenseite lückenlos an und füllt das ganze Innere jeder Teilfrucht aus.

Die Epidermis der Fruchtwand (Abb. 557) besteht aus farblosen, polygonalen Zellen mit ganz vereinzelt eingestreuten Spaltöffnungen. Das

Mesokarp der Fruchtwand enthält die von großen, braunwandigen Zellen begleiteten, breiten Ölstriemen sowie die Gefäßbündel und begleitenden Faser-

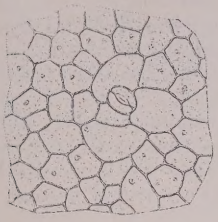


Abb. 557. Oberhaut der Fruchtwand des Fenchels (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

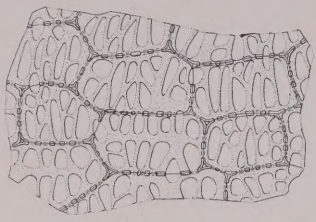


Abb. 558. Tüpfelparenchym aus dem Mesokarp der Fenchel-Frucht. Vergr. 200fach.

elemente; besonders charakteristisch ist das Parenchymgewebe aus der Umgebung der Gefäßbündel, das Zellen mit netzartig getüpfelten Wänden enthält (Abb. 558). Das Endokarp besteht aus sehr schmalen, gestreckten Querzellen mit zarten, oft gewellten Wänden (Abb. 559); vereinzelt wechselt die Richtung dieser Zellen gruppenweise, so daß dann auch ein parkettartiges Aussehen zustande kommen kann.

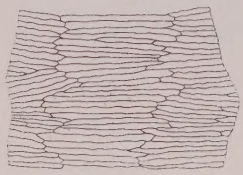


Abb. 559. Querzellenschicht (Endokarp) der Fruchtwand des Fenchels. Vergr. 200fach.

Das Endosperm wird aus kleinen, ziemlich derbwandigen, polygonalen Zellen gebildet, die neben Öl etwa 10 μ große Aleuronkörner mit kleinen, bis 4 μ messenden Oxalatrosetten enthalten (Abb. 560).

Fenchelpulver ist mikroskopisch vor allem an den Parenchymzellen der Fruchtwand mit netzartiger Tüpfelfelderung zu erkennen.

Als Verfälschung kommen in erster Linie die im Folgenden beschriebenen Früchte des Bärenfenchels in Frage.

Bärenfenchel.

Die als Verfälschung des Fenchels benutzten Früchte des Bärenfenchels, *Meum athamanticum* Jacqu., haben eine gewisse Ähnlichkeit mit

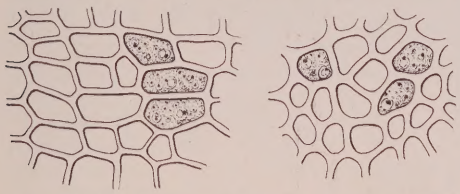
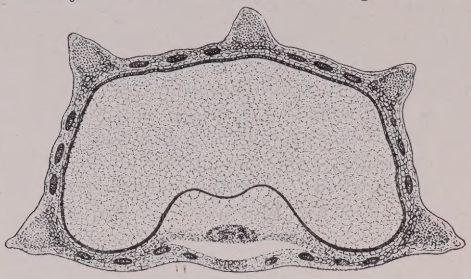


Abb. 560. Endosperm-Zellen des Fenchels, links in Querschnitten, rechts in Flächenschnitten durch das Endosperm. Vergr. 200fach.

Abb. 561. Bärenfenchel. Vergr. 2fach.

Fenchelfrüchtchen; sie sind annähernd gleich groß und ebenfalls stark gerippt, jedoch weniger walzenförmig (Abb. 561) und vor allem nicht grünbraun, sondern ausgesprochen rotbraun. Noch deutlicher sind die

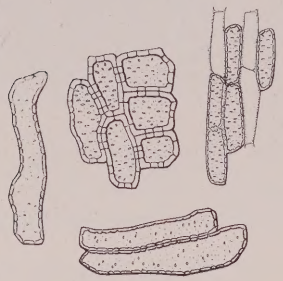
Unterschiede im Querschnittsbild (Abb. 562); im Gegensatz zum Fenchel, der in jedem Tälchen 1, auf der Fugenseite 2 Ölstriemen besitzt, hat der Bärenfenchel in jedem Tälchen 3—5, auf der Fugenseite 7—9 Ölstriemen.



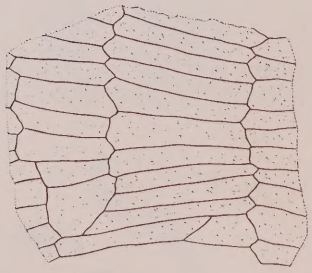
Fugenseite

Abb. 562. Querschnitt durch die Frucht des Bärenfenchels. Vergr. 20fach.

Mikroskopisch ist Bärenfenchel an den zahlreichen dunklen Ölstriemen sowie an den Steinzellen des Mesokarps und durch das Endokarp von Fenchel zu unterscheiden. Die in der Nähe der Rippen befindlichen Zellen des Mesokarps sind typisch steinzellartig ausgebildet und weisen nicht wie beim Fenchel Tüpfelfelderung, sondern kleine, spalt- oder punktförmige Tüpfel auf; die Querzellen sind weit breiter und größer als die des Fenchels (Abb. 563).



Steinzellen



Querzellen

Abb. 563. Steinzellen (aus dem Mesokarp) und Querzellen (Endokarp) der Fruchtwand des Bärenfenchels. Vergr. 200fach.

Kümmel.

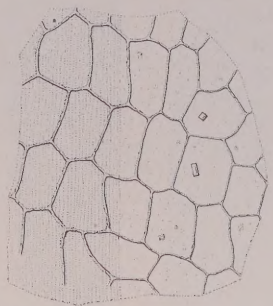
Die braunen, mit hellfarbigen Rippen versehenen Früchte des in Europa und Asien heimischen Kümmels, *Carum carvi* L., sind schlank, etwa 5 mm lang und 1—1½ mm breit (Abb. 564). Querschnitte durch die schwach sichelförmig gekrümmten Teilfrüchtchen zeigen die Form eines ziemlich regelmäßigen Fünfeckes mit 5 hervortretenden, gleich starken Rippen (Abb. 565); in den dunkelbraunen Tälchen liegen je eine, auf der Fugenseite zwei Oelstriemen. Das weiße Endosperm füllt das ganze Innere des Samens aus.

Abb. 564. Kümmel. Vergr. 2fach.

Die Oberhaut der Fruchtwand besteht aus undeutlich getüpfelten, polygonalen oder leicht gestreckten, farblosen Zellen mit deutlicher, paralleler Cuticularstreifung (Abb. 566). Das Mesokarp ist, abgesehen von den sehr breiten Ölstriemen und den sie begleitenden, braunen, polygonalen Zellen,

wenig charakteristisch. Das Endokarp wird aus zartwandigen, meist langgestreckten Querzellen mit oft leicht gebogenen Wänden gebildet (Abb. 566). Die Samenschale läßt keine Einzelheiten erkennen. Das Endosperm enthält ziemlich derbwandige, polyedrische Zellen mit fettem Öl, sowie Aleuronkörner mit Globoiden und kleinen Oxalatdrusen.

Im Kümmelpulver sind außer den reichlich vorhandenen Bruchstükken des Endosperms meist nur das Oberhautgewebe und die Querzellenschicht deutlich zu erkennen, während die Sekretbehälter zertrümmert sind.



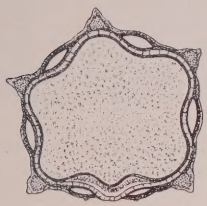


Abb. 565. Querschnitt durch die Teilfrucht des Kümmels. Vergr. 20fach.

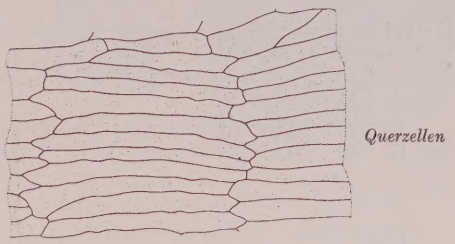


Abb. 566. Oberhaut und Querzellen (Endokarp) der Fruchtwand des Kümmels (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Als wichtigste Verunreinigung oder Verfälschung des Kümmels kommen die im Folgenden beschriebenen Früchte von *Aegopodium podagraria* in Betracht.

Giersch.

Die Früchte des als Unkraut weit verbreiteten Giersch, *Aegopodium podagraria* L., sind etwas kleiner als der Kümmel, in dem sie als Verunreinigung oder absichtliche Beimengung vorkommen; sie sind außerdem im Gegensatz zu diesem tiefbraun bis fast braunschwarz und haben feine, nur undeutlich hervortretende Rippen (Abb. 567). Der Querschnitt durch die Teilfrucht ist rundlich mit einer Abflachung an der Fugenseite; in jedem Tälchen liegen 4 sehr kleine Ölstriemen (Abb. 568).

Abb. 567. Giersch (*Aegopodium podagraria* L.). Vergr. 2fach.

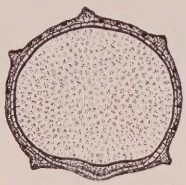


Abb. 568. Querschnitt durch die Teilfrucht des Giersch. Vergr. 20fach.

Im mikroskopischen Bilde ist *Aegopodium* vor allem an den großen und stark gewellten Oberhautzellen mit feiner Cuticularstreifung von anderen Umbelliferenfrüchten, insbesondere von Kümmel, zu unterscheiden (Abb. 569). Weitere Merkmale geben die zahlreichen, aber sehr kleinen

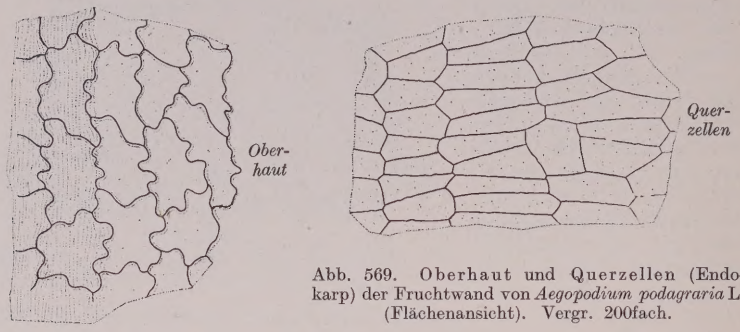


Abb. 569. Oberhaut und Querzellen (Endokarp) der Fruchtwand von *Aegopodium podagraria* L. (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Ölstriemen sowie das als typische Querzellenschicht ausgebildete Endokarp ab; die Querzellen sind etwas breiter und vor allem weit kürzer als beim Kümmel und erscheinen als Rechtecke mit oft leicht geschlängelten Wänden (Abb. 569).

Das Endosperm besteht auch bei *Aegopodium* aus derbwandigen Zellen mit Öl und Aleuronkörnern, die kleine Oxalatdrusen enthalten.

Anis.

Die Früchte des im östlichen Mittelmeergebiet heimischen, auch bei uns viel kultivierten Anis, *Pimpinella Anisum* L., sind 3—5 mm lang, unregelmäßig birnenförmig, fein gerippt und haben eine matte, fein be-

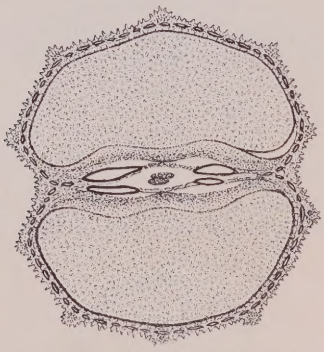


Abb. 571. Querschnitt durch die Anisfrucht. Vergr. 20fach.

Abb. 570. Anisfrüchte. Vergr. 2fach.

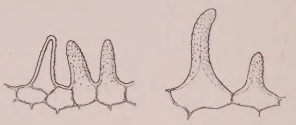


Abb. 572. Haare von der Epidermis der Anisfrucht. Vergr. 200fach.

haarte Oberfläche von schmutzig-graubrauner Farbe; sie sind oft noch mit Stielen versehen und nur selten in die Teilfrüchte zerfallen (Abb. 570). Der Querschnitt durch die ganze Frucht ist rundlich mit einer Einschnürung in der Mitte und zeigt insgesamt 10 wenig hervortretende Längsrippen (Abb. 571).

Die Fruchtwand enthält zahlreiche schmale und bisweilen seitlich verbundene Ölstriemen zwischen und unter den Rippen; auf der Fugenseite zeigt jede Teilfrucht zwei breitere, oft geteilte oder auch zusammenlaufende Sekretgänge.

Die Oberfläche der Fruchtwand ist besonders an den Rippen durch zahlreiche kleine, einzellige Papillenhaare ausgezeichnet, die eine stumpfe Form und feinwarzige Membranen besitzen (Abb. 572). Im Mesokarp verlaufen die gelben, durch anhaftende Oelreste oft gekammert scheinenden Sekretgänge (Abb. 573). Das Endokarp besteht aus großen, gestreckten, dünnwandigen Querzellen in paralleler und reihenförmiger Anordnung. Das Endosperm weist keine wesentlichen Unterschiede gegenüber anderen Umbelliferenfrüchten auf.

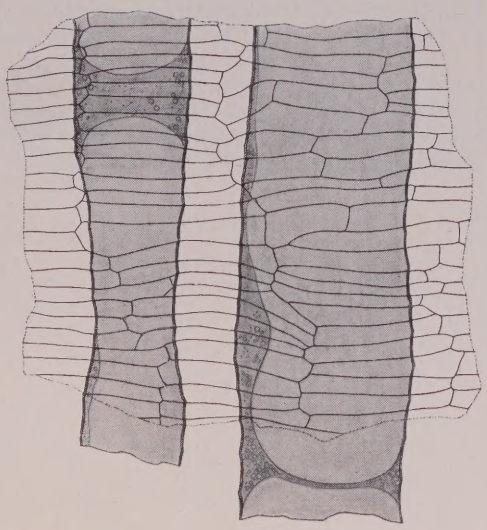


Abb. 573. Bruchstück der Anisfruchtwand: Ölstriemen und Querzellen des Endokarps. Vergr. 200fach.

Anispulver ist an den Papillenhaaren der Epidermis, den zahlreichen parallel verlaufenden, gelben Ölstriemen und den meist gleichzeitig sichtbaren, die Ölstriemen kreuzenden Querzellen eindeutig zu erkennen (Abb. 573).

Die wichtigste Verunreinigung oder Verfälschung des Anis stellen die im Folgenden behandelten Früchte von *Conium maculatum* dar.

Schierling.

Die im Anis häufig anzutreffenden, giftigen Früchte des gefleckten Schierlings, *Conium maculatum* L., sind etwa ebenso groß wie Anisfrüchte und haben mit diesen eine schwache Ähnlichkeit (Abb. 574); sie sind jedoch glatt, meist in die Teilfrüchte zerfallen und zeigen

Abb. 574. Früchte von *Conium maculatum* L. Vergr. 2fach.

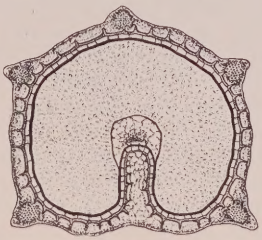


Abb. 575. Querschnitt durch eine Teilfrucht von *Conium maculatum* L. Vergr. 20fach.

schärfer hervortretende Rippen. In Querschnitten (Abb. 575) sind die Teilfrüchte nicht flach-halbkreisförmig wie beim Anis, sondern rundlich-fünfeckig; vor allem fehlen dem Mesokarp des Schierlings die für den Anis charakteristischen Ölstriemen. Das Endosperm von *Conium* weist außerdem als besonderes Merkmal eine tiefe Längsfurche auf der Fugenseite auf.

Auch die mikroskopische Unterscheidung von *Conium* in Anispulver bereitet keine Schwierigkeiten. Zunächst fehlen bei *Conium* Ölstriemen bis auf vereinzelte, ganz kleine Sekretbehälter. Vor allem aber bieten die Querzellen ein sicheres Unterscheidungsmerkmal. Die Querzellenschicht von *Conium* (Abb. 576) ist doppelt ausgebildet; die innere, dem

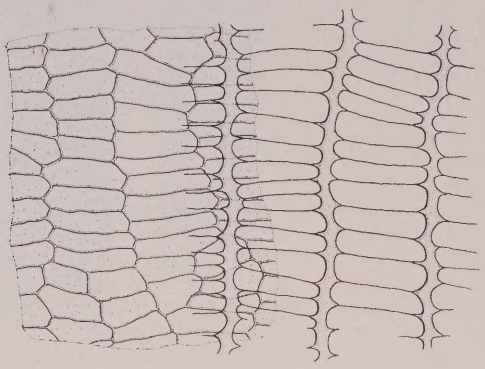


Abb. 576. Doppelte Querzellenschicht der inneren Fruchtwand von *Conium maculatum* L. (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Endokarp entsprechende Schicht besteht aus kurzen, allseitig dünnwandigen Zellen, während die darüber liegende, zum Mesokarp gehörende Schicht deutlich reihenförmig angeordnete Zellen mit verdickten Enden besitzt, die sich zu derben, gezähnten Leisten vereinigen (Abb. 576 rechts).

Schierlingsfrüchte sind vor allem in solchen Anisproben anzutreffen, die gleichzeitig auch andere, vor allem Gras- und sonstige Unkrautsamen enthalten.

Koriander.

Die Früchte des im Mittelmeergebiet heimischen Koriander, *Coriandrum sativum* L., sind gelbbraun, 4—6 mm groß, kugelig und zerfallen nicht, wie die meisten anderen Umbelliferenfrüchte, in die beiden Teilfrüchte, da diese hier an den Rändern miteinander verwachsen sind (Abb. 577). Die Oberfläche der ganzen Frucht zeigt 10 geschlängelte Hauptrippen, die nur wenig hervortreten; die stärker auffallenden, meridianartig verlaufenden, linienförmigen Rippen sind Nebenrippen.

Auf Querschnitten (Abb. 578) hat die Frucht einen kantig-gerundeten Umriß mit deutlich hervortretenden Neben- und kaum erkennbaren Hauptrippen. An der Fugenfläche jeder Teilfrucht sind 2 große Ölstriemen vorhanden; die übrige Fruchtwand hat keine Sekretbehälter. Das Innere der Frucht ist hohl, da das Endosperm jeder Teilfrucht uhrglasförmige Gestalt hat. Das Karpophor durchsetzt als flache Säule den inneren Hohlraum.

Das Exokarp der Fruchtwand wird aus farblosen, polygonalen Zellen mit undeutlich getüpfelten Wänden und kleinen Oxalatkristallen gebildet (Abb. 579a). Diagnostisch wichtig sind in erster Linie die Faserschichten des Mesokarps und das als Querzellenschicht ausgebildete, der braunen Samenschale anliegende Endokarp (Abb. 579b u. c). Die Faserschichten des Mesokarps bestehen aus stark verdickten, meist wellig gebogenen und sich stets schichtenweis kreuzenden Faserzellen, während die Querzellen des Endokarps eine geschlossene Schicht parallel verlaufender, besonders langer und dabei sehr schmaler Zellen bilden.

Das Endosperm besteht aus derbwandigen, parenchymatischen Zellen, die fettes Öl sowie Aleuronkörner mit Globoiden und kleinen Oxalatdrusen enthalten.

Abb. 577. Koriander. Vergr. 2fach.

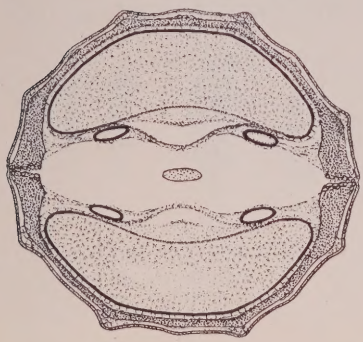
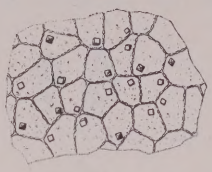
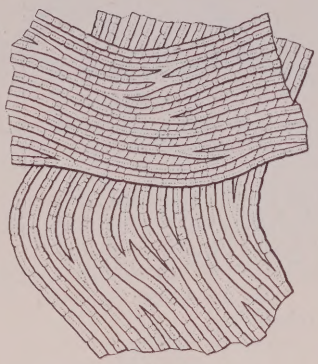


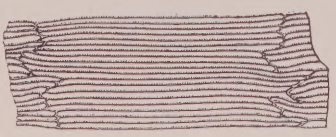
Abb. 578. Querschnitt durch die Frucht des Koriander. Vergr. 20fach.



a



b



c

Abb. 579. Elemente der Fruchtwand des Koriander (Flächenansichten). a) Epidermis, b) Faserschichten des Mesokarps, c) Querzellen (Endokarp). Vergr. 200fach.

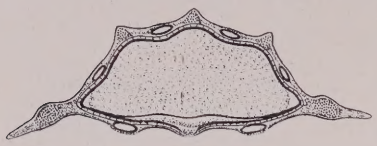
Bei dem Nachweis von Koriander in Pulvern ist auf die Faserzellschichten sowie auf die darunter liegenden Querzellen zu achten.

Dill.

Die flach ovalen, braunen und glatten Früchte des im Mittelmeergebiet heimischen, bei uns als Gurkengewürz angebauten Dill, *Anethum graveolens* L., sind gewöhnlich in ihre beiden hell umrandeten Teilfrüchte zerfallen (Abb. 580). Von den 5 Rippen jeder Teilfrucht sind die beiden Rippen an der Fugenseite zu hellbräunlichen Flügeln ausgezogen, während die 3 übrigen als feine Kiele hervortreten. Die Tälchen enthalten je eine, die Fugenseite 2 dunkelbraune Ölstriemen (Abb. 581)).

Die Oberhaut der Fruchtwand besteht aus farblosen parenchymatischen Zellen mit vereinzelten Spaltöffnungen. Das Mesokarpgewebe ist mikroskopisch durch braune Ölstriemen, Gefäßbündel mit begleitenden Faserbündeln, sowie durch netzförmig getüpfeltes Parenchym charakterisiert, das vor allem auf der Innenseite der Randrippen entwickelt ist.

Abb. 580. Dillfrüchte. Vergr. 2fach.



Fugenseite

Abb. 581. Querschnitt durch die Teilfrucht des Dill. Vergr. 20fach.

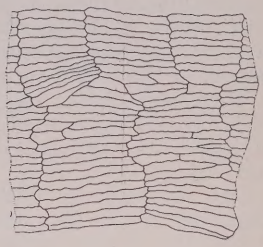


Abb. 582. Querzellen (Endokarp) der Dillfrucht (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Das Endokarp (Abb. 582) besteht aus reihenweise angeordneten, kleinen Querzellen mit dünnen, meist gewellten Wänden. Vereinzelt kommen auch Gruppen anders gerichteter Zellen vor, jedoch ist eine ausgesprochen parkettartige Anordnung der Querzellen selten.

Das Endosperm zeigt die für Umbelliferenfrüchte typischen Bauverhältnisse.

IX. Gewürze.

(Knospen, Blüten und Blütenteile.)

Gewürznelken.

Herkunft und Aussehen der Handelsware.

Der von den Molukken stammende Gewürznelkenbaum, *Jambosa Caryophyllus* (Spreng.) Ndz. (= *Eugenia caryophyllata* Thunb. = *Caryophyllus aromaticus* L., Fam. Myrtaceae) wird heute in vielen tropischen Ländern angebaut. Außer den Molukken liefern vor allem Madagaskar und die ostafrikanischen Inseln Sansibar und Pemba, daneben Réunion und Mauritius große Mengen von Gewürznelken.

Abb. 583. Gewürznelke, *Jambosa Caryophyllus* (Spreng.) Ndz. 1 Gewürznelken (= Blütenknospen); 2a Mutternelke (= Frucht); 2b der in der Frucht enthaltene Same; 3 Nelkenstiel, Bruchstück. Nat. Gr.

Abb. 584. Längsschnitt durch die Gewürznelke. Vergr. 2fach.

Die Gewürznelken des Handels (Abb. 583 links) sind die kurz vor dem Aufblühen geernteten und dann getrockneten Blütenknospen des Gewürznelkenbaumes. Die Knospen sind in frischem Zustande mit Ausnahme der weißen Kronblätter leuchtend rot und nehmen erst beim Trocknen die bekannte stumpf-braune Farbe der Handelsware an.

Der untere Teil der Knospe ist als stielförmiges Receptaculum (Unterkelch oder Hypanthium) ausgebildet und enthält in zwei kleinen Fruchtfächern eine größere Zahl kleiner Samenanlagen (Abb. 584). Der obere, breitere Teil der Knospe zeigt von außen nach innen: vier dickliche, dreikantige Kelchblätter, vier zu einer Hohlkugel zusammenneigende Kronblätter, zahlreiche Staubgefäße und einen säulenförmigen Griffel mit einfacher Narbe. Alle Teile der Knospe führen reichlich gelbliches, stark lichtbrechendes Nelkenöl von sehr gewürzhaftem Geruch und brennendem Geschmack.

Mikroskopischer Bau der Gewürznelke.

Zur Herstellung guter Schnitte werden Gewürznelken des Handels zunächst in Wasser gequollen und für einige Tage in Alkohol oder Alkohol-Glyzerin überführt. Die Untersuchung der Schnitte erfolgt am besten in Chloralhydrat.

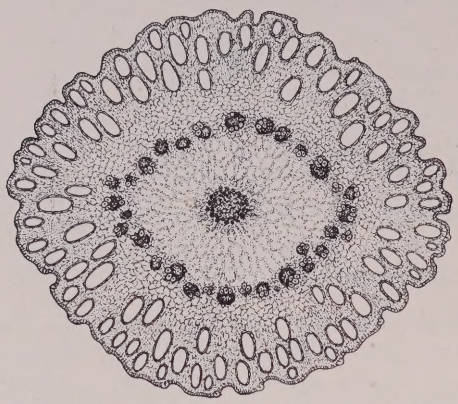


Abb. 585. Querschnitt durch das Receptaculum der Gewürznelke. Vergr. 20fach.

Querschnitte durch den länglichen Unterkelch zeigen bei stärkerer Lupenvergrößerung das in Abb. 585 wiedergegebene Bild. Der Umriß ist gerundet-vierkantig. Unter der runzeligen Oberfläche liegen in 1—3 Reihen zahlreiche ovale Ölbehälter; dann folgt nach innen ein Ring von Gefäßbündeln. Innerhalb dieser ringförmigen Zone liegt ein schwammiger Mittelteil mit einem zentralen Gefäßbündelstrang.

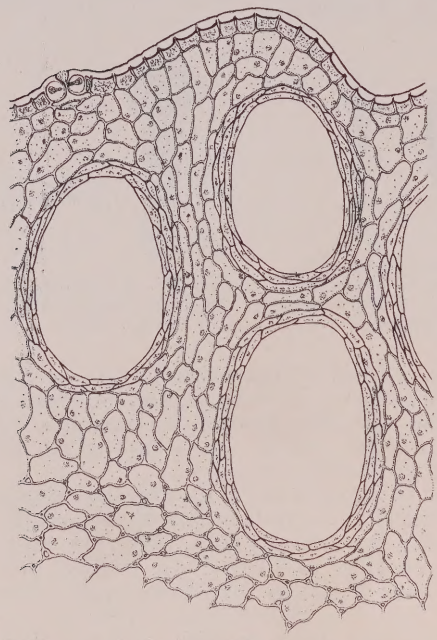


Abb. 586. Querschnitt durch den Randteil des Receptaculums der Gewürznelke. Vergr. 200fach.

Das Oberhautgewebe des Receptaculums besteht im Querschnittsbild (Abb. 586) aus kleinen tafelförmigen bis fast quadratischen Zellen mit sehr dicken Außenwänden und zapfenartig in diese einspringenden Radialwänden; die Spaltöffnungen erheben sich wulstartig über die gewöhnlichen Oberhautzellen. Auf Flächenschnitten (Abb. 587) zeigen die Epidermiszellen gerundet-polygonale Form; Spaltöffnungen sind nicht sehr häufig und erscheinen rundlich-oval.

Unter der Epidermis liegt zartwandiges, oft radial gestrecktes Parenchym mit zahlreichen großen, radial gestreckten Ölbehältern, die von einem 2 bis 3fachen Kranz flacher,

sich in Phloroglucin-Salzsäure rotfärbender Sekretionszellen begrenzt sind (Abb. 586). An die Ölschicht schließt sich ein etwas kräftigeres Gewebe aus schwach kollenchymatisch verdickten Zellen mit kleinen Intercellularen.

In diesem Gewebe verlaufen in annähernd kreisförmiger Anordnung zahlreiche Gefäßbündel; weiter enthält der zentrale, aus lockerem Schwammparenchym bestehende Teil des Receptaculums in der Mitte einen axialen Gefäßbündelstrang. Alle Gefäßbündel führen auffallend zarte Ring- und Spiralgefäße sowie Kristallkammerfasern mit Oxalatdrusen und werden von vereinzelten spindelförmigen, an den Enden nur schwach zugespitzten Bastfasern begleitet, die meist nur mäßig verdickt sind und ungeschichtete, oft auch ungetüpfelte Membranen besitzen (Abb. 588). Netz- und Tüpfelgefäße fehlen.

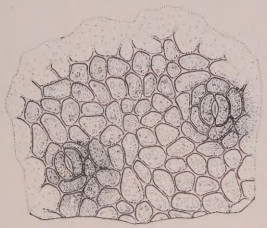


Abb. 587. Oberhaut des Receptaculums der Gewürznelke in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

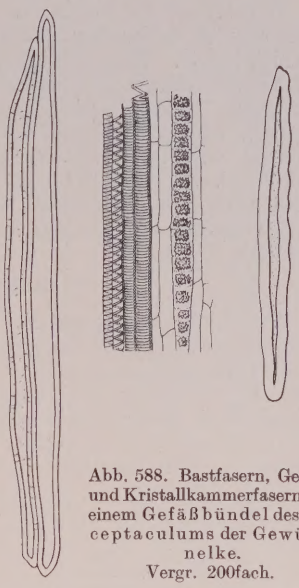
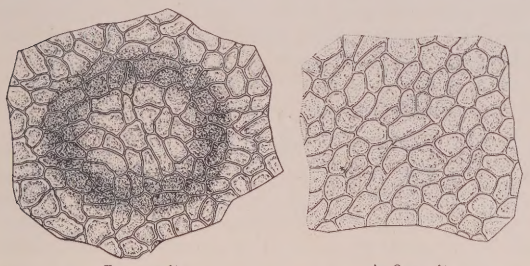


Abb. 588. Bastfasern, Gefäße und Kristallkammerfasern aus einem Gefäßbündel des Receptaculums der Gewürznelke. Vergr. 200fach.

Die fleischigen Kelchblätter der Gewürznelke zeigen den gleichen Bau wie die Außenschichten des Receptaculums; die von einer derben Cuticula bedeckten Epidermiszellen sind in der Flächenansicht polygonal;



Innenseite Außenseite

Abb. 589. Oberhaut der Kronblätter der Gewürznelke (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

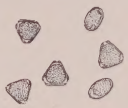


Abb. 590. Pollenkörner der Gewürznelke. Vergr. 200fach.

zwischen ihnen liegen vereinzelte, nach außen hervortretende Spaltöffnungen. Das Gewebe des Mesophylls besteht aus Parenchym mit zahlreichen Ölbehältern.

Die Kronblätter unterscheiden sich von den Kelchblättern vor allem durch das Fehlen von Spaltöffnungen in der Oberhaut (Abb. 589); die Epidermiszellen der Kronblattinnenseite sind oft etwas größer und haben schwach gebogene Wände.

Die in den Staubblättern gebildeten Pollenkörner haben stumpfdreieckigen Umriß und kreisförmigen Inhalt (Abb. 590); die Gewebeschichten der Staubbeutel enthalten Zellen mit eigenartigen Leistenbildungen.

Sämtliche Bestandteile der Gewürznelke sind weiter durch das Vorhandensein zahlreicher Oxalatdrusen charakterisiert, während Stärke gänzlich fehlt. Eisenchloridlösung bewirkt wegen des starken Gerbstoffgehaltes der Gewebe Schwarzfärbung; bei Behandlung mit Kalilauge bilden sich große Mengen nadelförmiger Kristalle von Eugenolkalium. Diese Reaktion fehlt bei solchen Gewürznelken, die extrahiert sind und kein Öl mehr enthalten. Da der Ölgehalt sehr beträchtlich (etwa 20 %) ist, wird durch die Extraktion das Gewicht der Nelken stark vermindert; daher schwimmen extrahierte Gewürznelken im Wasser wagerecht, vollwertige dagegen aufrecht mit der Blütenkrone nach oben, soweit sie nicht zu Boden sinken.

Gewürznelkenpulver.

Das Untersuchungsmaterial wird zweckmäßig durch vorhergehendes Einlegen in Chloralhydrat aufgehellt, in dem dann auch die mikroskopische Prüfung erfolgt. Außerdem sind frische Präparate in Wasser und wässeriger Jodlösung notwendig, um etwaigen Stärkezusatz oder die Verwendung der stärkehaltigen Mutternelken nachweisen zu können.

Gewürznelkenpulver enthält keine Steinzellen; folgende Gewebe- und Zellelemente sind charakteristisch:

Oberhautgewebe aus polygonalen Zellen mit und ohne Spaltöffnungen,
Parenchymfetzen mit Ölbehältern,
Gefäßbündelreste mit sehr zarten Ring- und Spiralgefäßen bei gleichzeitigem Fehlen von Netz- und Tüpfelgefäßen,
Kristallkammerfasern mit Drusen,
glatte, spindelförmige Bastfasern mit ungeschichteten und meist nur mäßig verdickten Zellwänden,
dreieckige Pollenkörner und netzförmig verdickte Zellen der Staubbeutelwand.

Als Verfälschungen kommen außer den im folgenden behandelten Nelkenstielen und Mutternelken die gleichen Mittel wie bei Pfefferpulver (vgl. S. 227), also vor allem Mehle und die Preßkuchen von Ölfrüchten, außerdem Holzpulver (S. 236), Piment (S. 249) und Kakaoschalen (S. 196) in Frage.

Nelkenstiele.

Die gliederartigen Achsen des Blütenstandes des Gewürznelkenbaumes werden als Nelkenstiele bezeichnet (Abb. 583, 3). Sie enthalten geringe Mengen von Nelkenöl, das durch Destillieren gewonnen wird. In schwachem Maße sind solche Stiele stets zwischen den Gewürznelken der Handelsware vorhanden. Ein absichtlicher Zusatz gemahlener Stiele zu Gewürznelkenpulver ist an dem Vorliegen abweichend gebauter Gewebeelemente zu erkennen.

Die äußeren Rindenschichten und das Grundgewebe der Stiele enthalten zahlreiche, runde oder rundlich-eckige, geschichtete Steinzellen, bei denen die nach außen gerichtete Seite schwächer oder oft gar nicht verdickt ist (Abb. 591). Derartige Zellen fehlen völlig bei der Gewürznelke selbst.

Neben zarten Ring- und Spiralgefäßen der Gefäßbündel kommen auch etwas größere Gefäße mit leiter- und treppenförmigen Verdickungen vor.

Die in den Stielen weiter vorhandenen Bastfasern (Abb. 591, rechts) sind dickwandig, deutlich geschichtet, stark getüpfelt und zeigen vielfach Übergänge zu knorrigen Formen.

Pulver aus Nelkenstielen fällt sofort durch einen wesentlich größeren Gehalt an Gefäßbündelfragmenten und mechanischen Zellelementen auf; außerdem pflegen geringe Mengen kleiner Stärkekörner vorhanden zu sein, während Gewürznelken selbst stärkefrei sind.

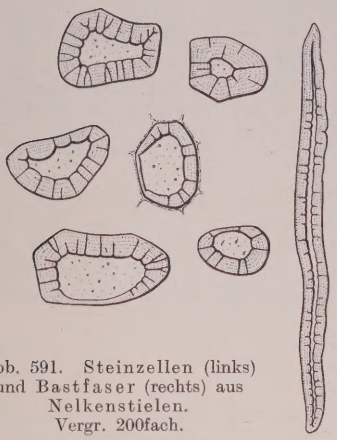


Abb. 591. Steinzellen (links) und Bastfaser (rechts) aus Nelkenstielen. Vergr. 200fach.

Abb. 592. Bastfaser und Steinzellen aus den Außenschichten der Mutternelke. Vergr. 200fach.

Mutternelken.

Als Mutternelken oder Anthophylli werden die reifenden oder fast reifen Früchte bezeichnet, die sich aus den Blüten der Gewürznelke entwickeln. Sie sind bauchig-spindelförmig und enthalten nur einen einzigen großen Samen, der die übrigen Samenanlagen verdrängt hat. Dieser Same besitzt kein Endosperm und besteht fast ganz aus zwei großen, lappig ineinandergreifenden Keimblättern; er bleibt außen von dem Gewebe des Receptaculums umschlossen, in dem er zur Entwicklung gekommen ist. Durch das Wachsen des Samens erfährt das Receptaculum gewisse Veränderungen; es nimmt die schon erwähnte bauchige Form an, außerdem treten Unterschiede des anatomischen Baues gegenüber dem Knospenzustand ein. Die Bastfasern werden stärker verdickt und zeigen sich nunmehr deutlich geschichtet und getüpfelt. Vor allem aber sind neben den stabförmigen Bastfasern reichlich knorrige Steinzellen mit starken Wandverdickungen und sehr deutlicher Schichtung zu beobachten (Abb. 592).

Die Keimblätter des Samens haben eine braune Oberfläche, die aus auffallend kleinen Zellen mit braunem Inhalt gebildet wird (Abb. 593). Die inneren Gewebe der Kotyledonen bestehen aus rundlichen Zellen mit mäßig verdickten Wänden und derber Tüpfelung (Abb. 594); sie enthalten gefärbte Eiweißreste und Stärkekörner (Abb. 595). Diese sind stets ein-

fach, ihre Form ist überwiegend länglich-oval mit einem abgestutzten Ende; daneben kommen rundlich-zylindrische Körner mit gerundeten Ecken, sowie auch unregelmäßige Formen vor. Die Größe schwankt zwischen 8 und 40 μ. Schichtung fehlt im allgemeinen. Dagegen ist häufig ein stark exzentrisch liegender Kern zu sehen, von dem oft zarte Kernspalten ausgehen.

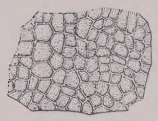


Abb. 593. Keimblattoberhaut des Gewürznelkensamens (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

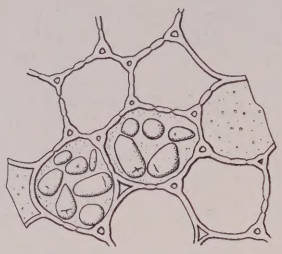


Abb. 594. Inneres Keimblattgewebe des Gewürznelkensamens. Vergr. 200fach.

Abb. 595. Stärkekörner der Mutternelke. Vergr. 200fach.

Im Gewürznelkenpulver ist Zusatz von Mutternelken an den kräftigen Steinzellen des Receptaculums sowie vor allem an dem Kotyledonargewebe zu erkennen. Die Zellen der Keimblätter weisen eine gewisse Ähnlichkeit mit den entsprechenden Zellen von Leguminosensamen auf, unterscheiden sich von diesen jedoch deutlich durch die abweichend gebauten Stärkekörner.

Kapern.

Kapern sind die in Essig oder Salzwasser eingelegten Blütenknospen des im Mittelmeergebiet heimischen Kapernstrauches, *Capparis spinosa* L. (Fam. Capparidaceae). Die schief eiförmigen Knospen (Abb. 596) zeigen außen 4 ungleich große, blau- oder spangrüne Kelchblätter mit gelben Flecken von auskristallisiertem Rutin. Auf die Kelchblätter folgen nach innen 4 zarte Blumenblätter, zahlreiche Staubgefäße und ein gestielter Fruchtknoten.

Abb. 596. Kapern. Nat. Gr.

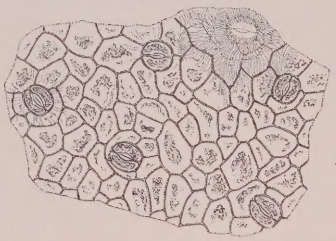


Abb. 597. Kapernkelch, äußere Epidermis in Flächenansicht. Vergr. 200fach.

Für den mikroskopischen Nachweis genügt die Untersuchung der Kelch- und Blumenblätter, zumal Staubblätter und Fruchtknoten keine charakteristischen Gewebe enthalten. Die äußere Oberhaut der Kelchblätter (Abb. 597) hat gleichmäßig polygonale Zellen und breit-ovale Spaltöffnungen; die Cuticula zeigt feine, meist nach den Spaltöffnungen zu verlaufende Cuticularleisten. Die Kronblätter bestehen aus kleinzelligem

Gewebe, in welches Gruppen ölhaltiger Zellen eingestreut sind (Abb. 598); Spaltöffnungen sind selten, dagegen finden sich in großer Zahl einzellige, keulenförmige Haare mit wellenartigen Einbuchtungen (Abb. 598).

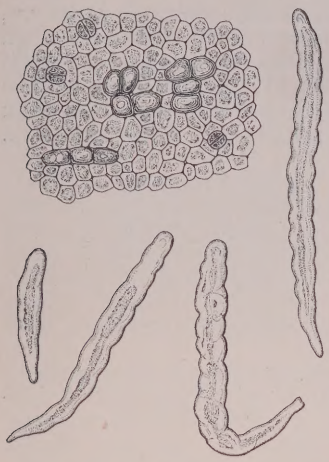


Abb. 598. Gewebestück und Haare von den Kronblättern der Kaper. Vergr. 200fach.

Als Kapernsurrogate kommen in Frage: Kapernfrüchte, sowie als deutsche Kapern die Blütenknospen des Besenginsters, *Sarothamnus scoparius* Wimm. (Fam. Leguminosae), ferner die Blütenknospen der Sumpfdotterblume, *Caltha palustris* L. (Fam. Ranunculaceae), und der Kapuzinerkresse, *Tropaeolum majus* L. (Fam. Tropaeolaceae). Die Blütenknospen dieser Pflanzen sind durch anatomische Verschiedenheiten, wie aber auch schon durch die abweichende Zahl der Kelch- und Kronblätter von echten Kapern zu unterscheiden.

Abb. 599. Zimtblüten. Nat. Gr.

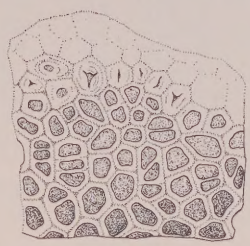


Abb. 600. Haare und Epidermiszellen (Flächenansicht) des Unterkelches der Zimtblüte. Vergr. 200fach.

Zimtblüten.

Die nach dem Abblühen gesammelten und getrockneten Blüten des Zimtbaumes, *Cinnamomum Cassia* Blume (Fam. Lauraceae, vgl. S. 308) kommen als Zimtblüten (Flores Cassiae) in den Handel; sie schmecken und riechen nach Zimt, finden jedoch seltener als Gewürz, sondern hauptsächlich zu Destillationszwecken Verwendung. Es sind gestielte, flaschen-, kreisel- oder keulenförmige Gebilde von holziger, harter Beschaffenheit und schwarzbrauner, grobrunzeliger Oberfläche (Abb. 599); sie bestehen aus einem kurzen Stiel und einem länglichen, in eine becherförmige Cupula erweiterten, stielförmigen Unterkelch oder Receptaculum, dessen Höhlung den von einem unscheinbaren Kelchsaum umrandeten Fruchtknoten oder meist schon die heranwachsende Frucht enthält.

Stiel und Unterkelch zeigen außen unter einer derben Cuticula kleine, von braunem Inhalt erfüllte Oberhautzellen, die oft durch nachträgliche Zellteilung gekammert oder gefeldert scheinen (Abb. 600). Aus der Oberhaut entspringen kurze, einzellige, oft gekrümmte und stark verdickte Haare.

Unter der Epidermis liegt braunes, ziemlich derbwandiges Parenchym, das Gerbstoff, vereinzelt kleine Stärkekörner und Oxalatkristalle führt. Die in den inneren Schichten verlaufenden Gefäßbündel zeigen als Hauptmerkmal neben Leisten- und Netzgefäßen stabförmige Bastfasern, die verhältnismäßig groß, weitlumig und vielfach gefächert sind (Abb. 601); sie enthalten meist einen schmalen Wandbelag von braunen Inhaltsstoffen.

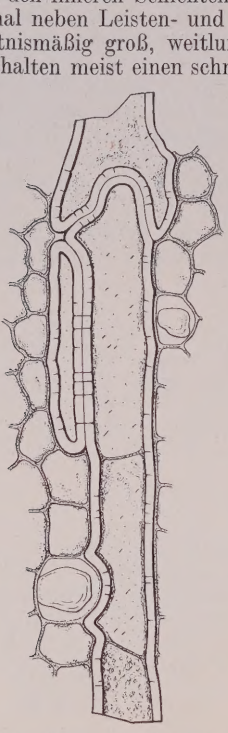


Abb. 601. Gekammerte Bastfasern (Stabzellen), Parenchym und Ölzellen aus dem Unterkelch der Zimtblüte. Vergr. 200fach.

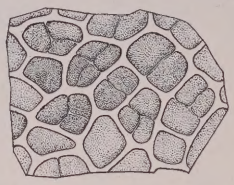


Abb. 602. Oberhaut der heranwachsenden Frucht der Zimtblüte (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

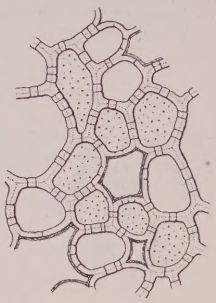


Abb. 603. Steinparenchym aus der Fruchtwand der heranwachsenden Zimtblütenfrucht (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Die aus der „Zimtblüte" etwas hervorragende unreife Frucht hat eine Oberhaut aus großen, gefelderten Zellen mit braunem Inhalt (Abb. 602); die darunter liegenden Schichten bestehen aus isodiametrischen, verdickten und getüpfelten Zellen, die meist als Steinparenchym bezeichnet werden (Abb. 603).

Pulver aus Zimtblüten ist an folgenden Merkmalen zu erkennen und von Zimtpulver (vgl. S. 316) zu unterscheiden:

Vorliegen von Gefäßen,
großen, gefächerten Stabzellen,
kleinzelligem Oberhautgewebe des Stieles und des Unterkelches,
gefelderten Epidermiszellen und Steinparenchym der Fruchtwand,
geringem Stärkegehalt, der auch ganz fehlen kann.

Safran.

Herkunft und Beschaffenheit der Handelsware.

Der Safran des Handels besteht aus den getrockneten Blütennarben der im östlichen Mittelmeergebiet und in Westasien heimischen Safranpflanze, *Crocus sativus* L. (Fam. Iridaceae). Spanien, Frankreich (Safran „Gâtinais"), Österreich und Kleinasien liefern den Hauptanteil der Handelsware; jedoch wird die Safranpflanze in geringem Umfang ebenfalls in vielen anderen Ländern angebaut. Seine Verwendung als Gewürz verdankt der Safran seinem eigenartigen Geruch und bitteraromatischen Geschmack, sowie vor allem seinem außerordentlichen Färbevermögen. Die Narben enthalten den Bitterstoff Picrocrocin, geringe Mengen ätherischen Öles und als wichtigsten Bestandteil das Safrangelb oder Crocin.

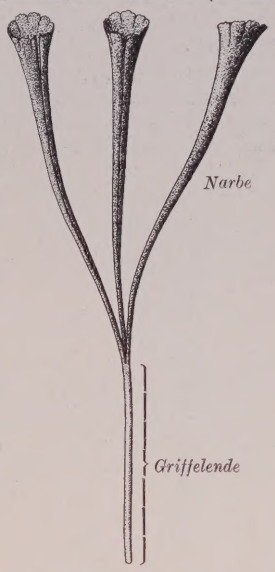


Abb. 604. Narbe und oberes Griffelende des Safran. Vergr. 2fach.

Die Narbe der Safranblüte (Abb. 604) besitzt 3 tütenförmige, 25—35 mm lange, in lebendem Zustande orangerote, trocken etwas kürzere und fast purpurrote Schenkel, in welche die Handelsware oft zerfallen ist. Die getrockneten Narbenschenkel bilden fadenförmige, gekrümmte Stücke von fettigem Aussehen, die nach Übertragen in Wasser schnell die ursprüngliche glatte Tütenform wieder annehmen. In guter Handelsware sind außer den Narben nur Spuren der hell gefärbten Griffelteile enthalten; wenn die Entfernung der Griffel nur unvollständig durchgeführt ist, erscheint die Ware mehr oder minder zweifarbig.

Da Safran verhältnismäßig hoch im Preis steht, wird er auffallend oft verfälscht; insbesondere ist das Safranpulver des Handels fast niemals rein.

Die mikroskopische Untersuchung des Safrans und des Safranpulvers.

Zur mikroskopischen Prüfung wird der Safran in Wasser aufgeweicht. Nach Auslaugen des gelbroten Farbstoffes durch mehrfachen Wasserwechsel werden die Narbenstücke in Chloralhydrat oder Glyzerin übertragen.

In den tütenförmigen Narbenschenkeln verlaufen zahlreiche kleine Gefäßbündel, die durch wiederholte Gabelung aus einem einzigen in die Basis des Narbenschenkels eintretenden Gefäßbündel hervorgegangen sind (Abb. 605). Sie besitzen einige wenige, überaus zarte Ring- und Spiralgefäße. Im übrigen ist das Narbengewebe sehr gleichmäßig gebaut und wenig charakteristisch; die Zellen sind in der Längsrichtung der Narbe gestreckt, dünnwandig, mit oft verquellenden Wänden und feinkörnigem Inhalt. Die Epidermiszellen treten etwas deutlicher hervor; sie sind von einer zarten Cuticula bedeckt und zeigen kurze, papillenförmige Ausstülpungen (Abb. 606); am Scheitel der Narbenschenkel befinden sich

Haare mit meist verschleimten Wänden (Abb. 606 rechts). Fast stets haften der Narbe große, rundliche Pollenkörner mit derber, farbloser Wand und feiner Körnelung der Außenfläche an (Abb. 607).

Der gelbrote Farbstoff der Safrannarbe ist in Öl unlöslich; Ölpräparate zeigen eine gleichmäßige Verteilung des Farbstoffes über die ganzen Gewebe und Zellbestandteile. Mikrochemisch ist der Farbstoff dadurch charakterisiert, daß er sich in konzentrierter Schwefelsäure tiefblau verfärbt; diese Farbe schlägt jedoch bald über Violett und Braunrot in Braungrün um.

Safranpulver wird zunächst in der Weise vorgeprüft, daß eine Probe auf Wasser ausgestreut wird; bei echtem Safran umgibt sich dann jedes Partikelchen sehr bald mit einem gelben Hof. Ist dieses nicht der Fall oder kommt es zu einer langsamen Diffusion rötlichen Farbstoffes,

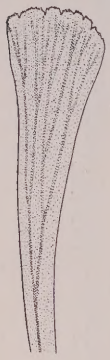


Abb. 605. Narbenschenkel der Safrannarbe bei Lupenbetrachtung. Vergr. 5fach.

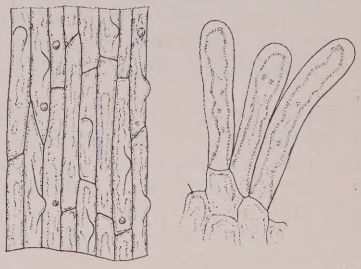


Abb. 606. Oberhaut der Safrannarbe (links) und Papillenhaare der Safrannarbenspitze (rechts). Vergr. 200fach.

Abb. 607. Pollenkorn von der Safrannarbe. Vergr. 200fach.

so handelt es sich um eine Verfälschung. Liegen bezüglich der Farbe Zweifel vor, so empfiehlt es sich, eine weitere Probe auf konzentrierter Schwefelsäure auszustreuen; alle Teile von Safran verraten sich durch Auftreten einer tiefblauen Färbung. Die Beobachtung muß aber sofort vorgenommen werden, da die Farbe nicht beständig ist. Es empfiehlt sich, vorher einen Tropfen Schwefelsäure auf einen Objektträger zu bringen und sofort nach Aufbringen der Probe bei schwacher Vergrößerung zu beobachten.

Die nähere mikroskopische Prüfung des Safranpulvers erfolgt zweckmäßig nach vorhergehender Extraktion des Farbstoffes mit Wasser in Chloralhydrat, Glyzerin und Glyzerinjod. Bruchstücke des Safrans haben undeutlich konturierte, gestreckte Zellen mit feinkörnigem Inhalt; das wichtigste Merkmal geben die Epidermiszellen mit den kurzen Papillen, sowie die meist vorhandenen großen, kugeligen Pollenkörner ab. Liegen, abgesehen von den im Safran vorkommenden zarten Gefäßbündeln, Zellen und Gewebe mit scharfen Konturen, derben Membranen und abweichendem

Inhalt vor, so handelt es sich um eine der zahlreichen Safranverfälschungen, deren wichtigste im Folgenden besprochen sind.

Verfälschungen des Safrans.

Safrangriffel.

Handelsware, die außer den allein wertvollen Narben die Griffel des Safran („Feminell") enthält, ist zweifarbig, da sich die gelblichen Griffelteile durch ihre helle Farbe deutlich von den tief braunroten Narben abheben. Bei Lupenvergrößerung erscheinen aufgequollene Griffelstücke außerdem nicht tüten-, sondern fadenförmig.

Mikroskopisch ist das Griffelgewebe dem der Narben recht ähnlich; der Hauptunterschied liegt darin, daß die Epidermiszellen keine papillenförmigen Auswüchse haben. Bei Prüfung von Safranpulver auf Griffelfragmente ist außerdem vor allem auf das Fehlen des charakteristischen Safrangelbs zu achten. Auch künstlich gefärbte Safrangriffel kommen vor; sie verraten sich durch abweichenden Farbton und andersartige Verteilung der Farbe, sowie durch Unterbleiben der typischen Farbstoffreaktion bei Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure.

Saflorblüten.

Die Blüten des in Asien beheimateten Saflor, *Carthamus tinctorius* L. (Fam. Compositae), werden seit langem zur Safranfälschung und als Safranersatz benutzt; sie sind mit Wasser ausgelaugt, flach zusammengedrückt und getrocknet. Ihre Farbe ist gelblich-rötlich und wesentlich heller und ungleichmäßiger als das tiefe Braunrot der Safrannarben. Nach Aufquellen in Wasser tritt die ursprüngliche Gestalt der röhrenförmigen Blüten wieder deutlich hervor (Abb. 608). Die lange schmale Kronröhre endet in 5 gleich langen

Abb. 608. Einzelblüte des Saflor (Handelsware ohne Fruchtknoten, nach Aufweichen in Wasser). Vergr. 2fach.

Abb. 609. Kronblattzipfel der Saflorblüte. Vergr. 10fach.

Kronzipfeln. Die 5 zu einer Röhre verwachsenen Staubbeutel umschließen eine nach außen vortretende, keulenförmige Narbe. Bei dem Übertragen der Saflorblüten in Wasser zeigen sich gleichzeitig starke Unterschiede des Farbverhaltens im Vergleich zu Safrannarben: das Wasser wird nicht gelb gefärbt, vielmehr behalten die Saflorblüten ihren rötlichen Farbstoff, da

das Saflorrot oder Carthamin in Wasser unlöslich ist. Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure färbt das Saflorrot orangebraun und nicht blau wie das Safrangelb.

Der anatomische Bau der Kronblätter, Staubblätter und Narben ist im einzelnen recht verschieden. Die rötlichen Kronblattzipfel zeigen 2 dicht am Rande verlaufende Gefäßbündel, die von dunkelbraunen, glänzenden Sekretschläuchen begleitet werden und sich daher als dunkle Streifen von dem übrigen Kronblattgewebe abheben (Abb. 609). Die schwach gestreckten Oberhautzellen haben stark gewellte Membranen (Abb. 610); an den Spitzen der Kronblätter sind kurze Papillenhaare ent-

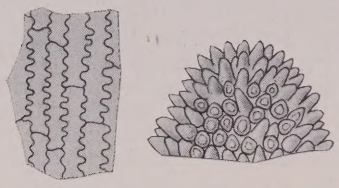


Abb. 610. Oberhautzellen (Flächenansicht) und Spitzenteil eines Kronblattes der Saflorblüte. Vergr. 200fach.

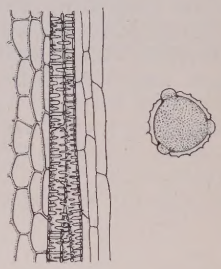


Abb. 611. Staubblattgewebe (Längsschnitt) und Pollenkorn des Saflor. Vergr. 200fach

Abb. 612. Griffelende der Saflorblüte. Lupenbild, Vergr. 10fach.

Abb. 613. Oberhaut des oberen Griffelteiles der Saflorblüte. Vergr. 200fach.

wickelt (Abb. 610 rechts). Die Staubblätter weisen mannigfach gebaute Gewebeschichten auf; am meisten charakteristisch ist das Gewebe der Staubbeutel; hier wechseln lange, getüpfelte Zellen mit dünnwandigen, gestreckten und mit etwas derbwandigen, fast polygonalen Zellen ab (Abb. 611). Die stets noch vorhandenen Pollenkörner haben eine gerundet-dreieckige Form, stumpfwarzige Membran und 3 in den Ecken liegende Keimporen (Abb. 611). Der lange, keulenförmige Griffel ist in seinem oberen Teil mit länglichen Papillenhaaren bedeckt und zeigt im Innern dunkle Sekretschläuche (Abb. 612 u. 613).

Zusatz von Saflorblüten zu Safranpulver ist auch in geringen Mengen an den vorstehend beschriebenen Merkmalen und den Verschiedenheiten der Färbung und Farbstoffreaktion mit Sicherheit festzustellen.

Blüten der Eselsdistel.

Die getrockneten Blüten der Eselsdistel (*Onopordon acanthium* L., Fam. Compositae) dienen ebenfalls zur Safranverfälschung. Es sind Röhrenblüten (Abb. 614), die sich von den Saflorblüten durch ihre helle Farbe, eine schwach bauchige Blumenkronröhre und dadurch unterscheiden, daß die Staubblätter in schmale Spitzen auslaufen. Zwischen den Blüten finden sich fast stets noch die Spreublätter des Blütenbodens (Abb. 614 rechts).

Die Oberhaut der zu einer 5zipfeligen Röhre verwachsenen Kronblätter besteht aus gestreckten, fast farblosen Zellen, deren Membranen

Abb. 614. Einzelblüte der Eselsdistel (ohne Fruchtknoten) und Spreublatt des Blütenbodens. Vergr. 2fach.

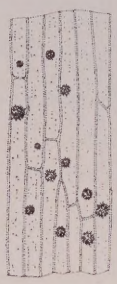


Abb. 615. Oberhautgewebe der Blütenröhre der Eselsdistel (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Abb. 617. Bruchstück einer Spreublättchenborste vom Blütenboden der Eselsdistel. Vergr. 200fach.

Abb. 616. Pollenkorn und Staubblattgewebe (Längsschnitt) der Eselsdistel. Vergr. 200fach.

im Gegensatz zu den entsprechenden Zellwänden des Saflors nicht gewellt sind, sondern gerade verlaufen (Abb. 615); die Zellen des unteren Teiles der Blütenröhre enthalten zahlreiche Oxalatdrusen, während die Kronblattzipfel meist frei von Kristallen sind. Die Staubblätter zeigen sehr verschiedenartige Zellelemente nebeneinander (Abb. 616); die Pollenkörner (Abb. 616) haben große Ähnlichkeit mit denjenigen der Saflorblüte. Die Oberfläche der Griffel ist fast glatt; die Oberhautzellen sind nicht wie beim Saflor in große Papillenhaare, sondern höchstens in ganz kurze Zähnchen ausgezogen.

Die Borsten der zwischen den Blüten vorhandenen Spreublättchen bestehen aus Bündeln langgestreckter Zellen mit schräg ansitzenden, derbwandigen, einzelligen Borstenhaaren (Abb. 617).

Außer der Eselsdistel finden die Blüten einiger verwandter Kompositen, insbesondere von *Cynara*-Arten, zur Safranverfälschung Verwendung; ihre Bauverhältnisse ähneln denjenigen von *Onopordon*.

Blüten der Ringelblume.

Die in großem Umfange zur Verfälschung des Safrans dienenden gelben Blüten der im Orient heimischen Ringelblume (*Calendula officinalis* L., Fam. Compositae) werden zu diesem Zwecke häufig künstlich gefärbt und gedreht, damit sie dem Safran äußerlich ähnlich werden. Bringt man solche, ebenfalls als „Feminell" bezeichnete Blüten auf Wasser, so erfolgt statt der starken Gelbfärbung nur eine langsame und schwache Rotfärbung des umgebenden Wassers durch den künstlich zugesetzten Farbstoff; gleichzeitig tritt die ursprüngliche Form der Blüten wieder hervor. Fast stets werden nur die zungenförmigen Randblüten verwendet, bei denen eine kurze

Abb. 618. Randblüte der Ringelblume. Vergr. 2fach.

Abb. 619. Kronblattoberhaut der Ringelblume (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

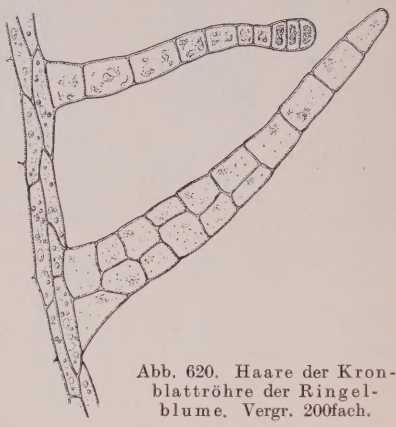


Abb. 620. Haare der Kronblattröhre der Ringelblume. Vergr. 200fach.

Kronröhre in einen ungleich größeren, in 3 kurzen Zähnen endigenden Strahl übergeht (Abb. 618). Die Randblüten sind weiblich; der Griffel hat eine große, gabelige Narbe.

Zum mikroskopischen Nachweis der Ringelblume genügt die Kenntnis der Bauverhältnisse der Blumenkrone. Der zungenförmige Strahl der Krone hat beiderseits eine Epidermis aus langgestreckten, rechteckigen Zellen, die als besonderes Merkmal zahlreiche gelbliche bis fast farblose Öltröpfchen enthalten (Abb. 619). Hierdurch sowie durch die feinstreifige Cuticula ist die Epidermis von den wesentlich zarteren und mit kurzen Papillen versehenen Oberhautzellen der Safrannarbe ohne weiteres zu unterscheiden. Der untere röhrenförmige Teil der Blumenkrone zeigt außerdem reichlich kleinere und größere vielzellige Haare, die entweder in einer einfachen Zelle oder in einem länglichen Drüsenköpfchen enden (Abb. 620). Zwischen den Haaren finden sich zuweilen die kleinen, mit einer feinstachligen Membran versehenen, rundlich-dreieckigen Pollenkörner der Ringelblume. Bei künstlicher Färbung halten sie den Farbstoff stärker fest und fallen dann besonders auf.

Weitere Safranverfälschungen.

Außer den im Vorstehenden näher beschriebenen Blüten dienen eine ganze Anzahl anderer Stoffe zur Safranverfälschung bzw. als Safranersatz; von den im Folgenden angeführten haben die beiden zuletzt genannten bis jetzt nur für Südafrika Bedeutung, während die übrigen in europäischer Handelsware beobachtet worden sind. Die folgende Zusammenstellung enthält gleichzeitig auch kurze Hinweise auf die Hauptmerkmale, insbesondere des mikroskopischen Baues.

Narben und Griffel anderer Crocus-Arten.
Die Narben sind kürzer, die Färbung ist heller als bei echtem Safran.
Blütenblätter gelbblühender Crocus-Arten und anderer Pflanzen.
Epidermiszellen mit gewellten Wänden; unter der Epidermis lufthaltiges Schwammparenchym.
Blattstücke von Gräsern und anderen Monokotyledonen.
Gestreckte Epidermiszellen mit reihenförmig angeordneten Spaltöffnungen.
Stengel- und Blattstücke von Leguminosen (*Vicia*).
Stengelstückchen mit anhaftenden Blättchen, Oberhautgewebe mit zerstreut liegenden Spaltöffnungen, kleinen Drüsen- und Safthaaren.
Getrocknete Wurzeln.
Radiale Gefäßbündel, umgeben von Rindenparenchym.
Kurkuma (siehe S. 303).
Gelbe, strukturlose Stärkeballen mit verkleistertem Inhalt. Fragmente von Gefäßbündeln und Korkgewebe.
Rotes Sandelholz (siehe S. 236).
Lange, rot gefärbte Holzfasern.
Paprikafrucht (siehe S. 231).
Derbwandige Oberhautzellen, Parenchym mit roten Öltropfen.
Blüten der südafrikanischen *Tritonia aurea* Pappe (Fam. Iridaceae).
Orangefarbene Blüten mit langen, säulenförmigen Kristallen und bräunlichem, in konz. Schwefelsäure grün werdendem Farbstoff.
Blüten der südafrikanischen *Lyperia crocea* Eckl. (Fam. Scrophulariaceae).
Die den sogenannten Kap-Safran liefernden Blüten haben einen 5teiligen Kelch, 5 zu einer Röhre verwachsene, dunkelbraune Kronblätter und 4 Staubgefäße. Kelch- und vor allem Kronblätter weisen Drüsenschuppen auf.

Zu den wichtigsten Verfälschungen des Safran gehören weiter die ebenfalls sehr mannigfaltigen Beschwerungsmittel. Als organische Stoffe kommen hierfür in erster Linie Glyzerin, Honig, Zucker und Fett in Frage, als anorganische Alaun, Borax, Eisenocker, Gips, Kreide, Natriumsulfat, Salpeter, Schwerspat und Tonerde.

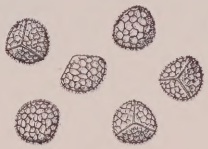


Abb. 621. *Lycopodium*-Sporen. Vergr. 200fach.

Die Untersuchung auf Beschwerungsmittel erfolgt, wenn es sich um wasserlösliche Stoffe handelt, zweckmäßig in Ölpräparaten, im übrigen vor allem auf chemischem Wege. Ist Safran mit hygroskopisch wirkenden Stoffen beschwert, so wird die Ware vielfach mit Stärke bestreut, um ein Zusammenkleben der Narben zu verhindern. Statt Stärke werden hierzu auch die Sporen des zu den Pteridophyten gehörenden Bärlapps, *Lycopodium clavatum* L., verwendet; diese Sporen sind tetraedrische Gebilde mit 3 flachen und einer gewölbten Seite und feiner, netzartiger Maschenzeichnung der Oberfläche (Abb. 621).

X. Gewürze.

(Vegetative Pflanzenteile.)

Ingwer.

Ingwer ist das Rhizom von *Zingiber officinale* Roscoe. Die Kultur dieser im tropischen Südasien heimischen Zingiberacee ist heute über alle heißen Länder verbreitet. Die bis zu 10 cm langen Wurzelstöcke werden zunächst gewaschen und getrocknet und kommen dann entweder ungeschält als „bedeckter" oder „schwarzer" (Abb. 622) oder geschält als „unbedeckter" oder „weißer" Ingwer (Abb. 623) in den Handel, dieser oft erst nach künstlicher Bleichung und Bestäubung mit Kalk oder Gips. Einige Länder, vor allem China, liefern in Zucker eingekochte, junge Ingwerstücke als „präservierten" Ingwer.

Abb. 622. Ingwer, ungeschälte Handelsware. Nat. Gr.

Die Verwendung und Wertschätzung des Ingwers als Gewürz beruht auf seinem aromatischen Geruch und dem ihm eigentümlichen, scharfwürzigen Geschmack. Der Geruch wird durch ein ätherisches Öl bedingt, der Geschmack durch das in den harzigen Substanzen enthaltene Gingerol. Ätherisches Öl und Gingerol befinden sich in besonderen Sekretzellen des Ingwergewebes.

Das Rhizom des Ingwers (Abb. 622) weist sympodialen Bau auf, wobei sich die jüngeren, das Längenwachstum des Wurzelstockes fortsetzenden Verzweigungen jeweils unterhalb des nächstälteren Triebes entwickeln. Da die Rhizomstücke seitlich zusammengedrückt sind, erscheinen sie auf Quer-

schnitten mehr oder minder oval. Ihr Bruch ist bis auf die aus den Bruchstellen hervorragenden, faserförmigen Stücke von Gefäßbündeln körnig und glatt. Querschnitte durch ungeschälte Rhizome (Abb. 624) zeigen eine schmale Rinde und einen durch eine feine Linie, die Endodermis, von der Rinde getrennten, großen Zentralzylinder. Die Gefäßbündel liegen ebenso wie die dunklen Sekretzellen unregelmäßig über den ganzen Querschnitt verteilt.

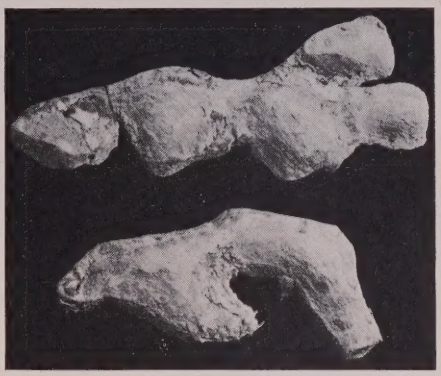


Abb. 623. Ingwer, geschälte Handelsware. Nat. Gr.

Die mikroskopische Untersuchung von Querschnitten zeigt, daß das Gewebe überwiegend aus großen, dünnwandigen, parenchymatischen Zellen gebildet wird, die mit Stärkekörnern vollgepfropft sind. Nur die in das Stärkeparenchym eingestreuten, dunklen Sekretbehälter, die kleinen Zellen der Endodermis, die Elemente der Gefäßbündel und die bei ungeschälten Sorten noch vorhandenen, tafelförmigen Korkzellen des Rindengewebes sind stärkefrei. Die Stärkekörner des Ingwers (Abb. 625) sind fast stets einfach, flach, länglich und oft von etwas eckigem Umriß; das eine Ende ist meist in eine Spitze ausgezogen, die den Kern enthält; Schichtung ist aber nur selten zu erkennen. Die Länge der Körner schwankt im allgemeinen zwischen 20 und 30 μ, die Dicke zwischen 7 und 10 μ. Daher geben die auf der Kante stehenden Körner ein ganz anderes Bild als bei der meist vorliegenden Flächenansicht.

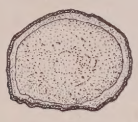


Abb. 624. Ingwer-Rhizom. Querschnitt durch Handelsware. Nat. Gr.

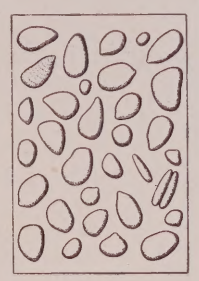


Abb. 625. Ingwer-Stärke. Vergr. 200fach.

Der Stärkegehalt der Zellen ist meist so groß, daß die weitere Untersuchung der Ingwergewebe, insbesondere der Gefäßbündel, erst nach Entfernen der störenden Stärkekörner möglich ist; zu diesem Zweck ist Einlegen der Schnitte in Chloralhydrat und mehrfaches Erhitzen erforderlich. Die dann deutlich hervortretenden Gefäßbündel (Abb. 626) haben kollateralen Bau und werden von Faserzellen und vereinzelten dunklen Sekretzellen begleitet. Längsschnitte zeigen, daß die Gefäße als Treppen- oder Netzgefäße ausgebildet sind, und daß die schwach verdickten, mit

schmalen Spaltentüpfeln und bisweilen mit feinen Querwänden versehenen Faserzellen eine außerordentliche Länge (bis zu 1000 μ) besitzen. Die in den Gefäßbündeln auftretenden Sekretzellen sind weniger stark gestreckt. Gefäße und Faserzellen sind unverholzt.

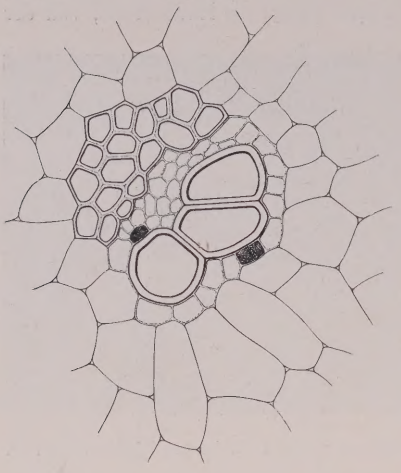


Abb. 626. Querschnitt durch ein Gefäßbündel des Ingwer-Rhizoms. (Erhitztes Chloralhydrat-Präparat.) Vergr. 200fach.

Die Untersuchung des Ingwerpulvers erfolgt in Wasser-, Jodglyzerin- und Chloralhydratpräparaten. Die Hauptmasse des Pulvers wird aus den Stärkezellen des Grundgewebes und herausgefallenen Stärkekörnern gebildet (Abb. 627); dazwischen liegen gelbe oder gelbbraune Sekretklumpen oder ganze Sekretzellen. Chloralhydratpräparate zeigen nach völliger Verkleisterung der Stärke durch mehrfaches Erhitzen auch die Bruchstücke der Gefäßbündel, vor allem Netz- und Treppengefäße mit anliegenden Sekretschläuchen, weniger deutlich die langen, mäßig verdickten und mit Spaltentüpfeln versehenen Faserzellen. Liegen außerdem noch tafelförmige Korkzellen vor, so handelt es sich um Pulver aus ungeschältem Ingwer.

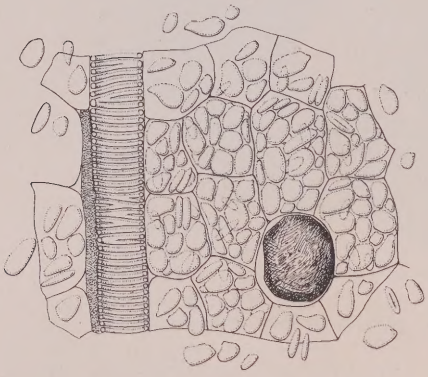


Abb. 627. Bruchstück des Ingwergewebes, Gefäß mit Sekretzelle, Stärkeparenchym und Harzzelle. Vergr. 200fach.

Als Verfälschungsmittel des Ingwerpulvers kommen vor allem Mehle, verschiedene Stärkearten und Brot vor; Zusatz von gemahlenen Ölkuchen ist ebenfalls leicht nachzuweisen, da Ingwerpulver keine diesen ähnliche Gewebeschichten enthält. Zu berücksichtigen ist weiter, daß Ingwer keine verholzten Elemente besitzt; tritt durch Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure Rotfärbung ein, so muß es sich also ebenfalls um eine Verfälschung handeln. Dagegen brauchen mineralische Beimengungen, insbesondere von Kalziumkarbonat, keinen unerlaubten Zusatz zu bedeuten, da sie von der weiter oben erwähnten, üblichen Kalkung der geschälten Handelsware herrühren können.

Kurkuma.

Das Rhizom der in Südasien heimischen *Curcuma longa* L. (Fam. Zingiberaceae) findet als Kurkuma, Gilbwurz oder Gelbwurzel in ganz verschiedener Weise Verwendung. Wegen seines Gehaltes an gelbem Curcumin wird die Gelbwurzel in der Technik zu Färbereizwecken gebraucht; ihr aromatischer, ingwerartiger Geruch und der brennend gewürzhafte, etwas bittere Geschmack bedingen ihre Verwendung als Gewürz, vor allem in Form des „Currypowder", dessen Hauptbestandteil sie bildet. Außerdem wird die Gilbwurz zur Verfälschung anderer Gewürze, insbesondere auch von Safranpulver und Paprika, gebraucht.

Der Hauptwurzelstock von *Curcuma* ist rundlich („*Curcuma rotunda*"), etwa eigroß und von Blattnarben quergeringelt (Abb. 628 oben); er zeigt die Narben der hier ansitzenden, walzenförmigen und längsrunzeligen Seiten-

Abb. 628. Kurkuma (Handelsware). Runde Knolle (oben) und lange Seitenknolle (unten). Nat. Gr.

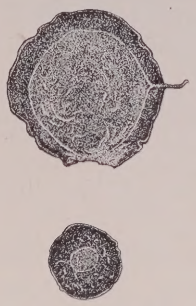


Abb. 629. Kurkuma (Handelsware). Querschnitt durch eine runde Knolle (oben), Querschnitt durch eine lange Knolle (unten). Nat. Gr.

rhizome („*Curcuma longa*", Abb. 628 unten). Die Knollen der Handelsware werden vor dem Trocknen durch Brühen abgetötet; durch diese Behandlung werden die reichlich vorhandenen Stärkekörner, die der Stärke des von anderen *Curcuma*-Arten stammenden ostindischen Arrowroot (vgl. S. 94) ähnlich sehen, fast völlig verkleistert, so daß die ursprünglich mehligen Rhizome in eine schwere, hornartige Masse verwandelt werden. Die gleichmäßige, orangegelbe Färbung der Bruchflächen der Handelsware kommt dadurch zustande, daß das in besonderen Sekretzellen enthaltene, gelbe Curcumin beim Brühen der Wurzelstöcke austritt und das gesamte Gewebe gelb färbt.

Querschnitte durch die Handelsware zeigen eine 3—4 mm starke Rindenzone und einen bei runden Knollen und länglichen Rhizomen verschieden großen Zentralzylinder (Abb. 629). Die Außenschichten werden von einer mit vereinzelten, langen Haaren versehenen Epidermis und einer darunter liegenden, vielfachen Lage tafelförmiger Korkzellen gebildet; das ganze innere Gewebe besteht aus stärkehaltigen, parenchymatischen Zellen,

zwischen welche die Öl und Curcumin führenden Sekretzellen eingestreut sind. Die in dem parenchymatischen Grundgewebe verlaufenden Gefäßbündel weisen einen ähnlichen Bau auf wie die Leitbahnen des Ingwers, zeigen jedoch keine begleitenden Faserzellen.

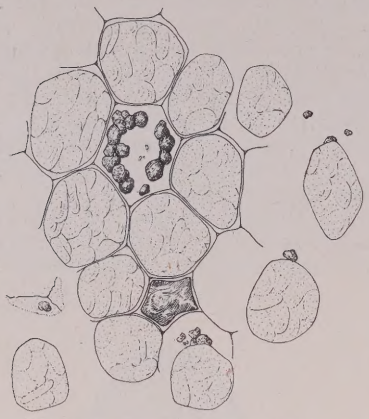


Abb. 630. Gewebebruchstück und Stärkeballen der Gilbwurz. Vergr. 200fach.

Das gelbe Kurkuma-Pulver ist mikroskopisch ohne weiteres an unregelmäßig eiförmigen, gelblich gefärbten Stärkeballen zu erkennen, die dem verkleisterten Inhalt ganzer stärkehaltiger Grundgewebezellen entsprechen (Abb. 630) und sich in wässeriger Jodlösung bläuen. Zwischen den Stärkeballen fallen weiter vor allem gelbbraune Massen zertrümmerter Sekretzellen auf. Currypowder ist ein Gemisch von Kurkuma-Pulver mit verschiedenen anderen Gewürzen, vor allem Cayennepfeffer, Pfeffer, Nelkenpfeffer, Koriander und Kardamomen.

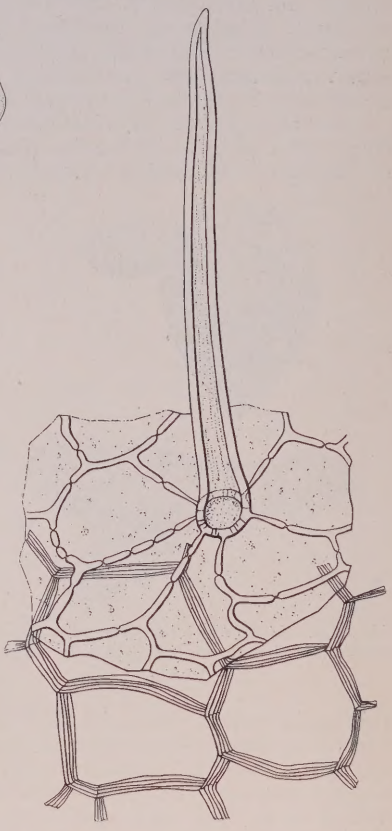


Abb. 631. Oberhautgewebe mit Haar und Korkgewebe der Zittwerwurzel. (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Zittwer.

Die als Zittwerwurzel bezeichneten, knollenförmigen Wurzelstöcke der in Vorderindien heimischen *Curcuma zedoaria* Roscoe (Fam. Zingiberaceae) kommen ungeschält und in Scheiben geschnitten in den Handel; als Gewürz werden sie nur selten verwendet.

Die hellgraue Schnittfläche läßt eine schmale Rindenzone und einen großen Zentralzylinder erkennen. Die Oberfläche wird von einer großzelligen Epidermis mit schwach getüpfelten Querwänden gebildet, aus der große, einzellige Haare entspringen (Abb. 631). Unter der Epidermis liegt ein stark entwickeltes Periderm mit tafelförmigen Korkzellen. Das

ganze innere Gewebe besteht mit Ausnahme der einfach gebauten Gefäßbündel aus dünnwandigen, mit Stärke vollgepfropften, parenchymatischen Zellen und vereinzelt eingestreuten Sekretzellen mit braunem Inhalt (Abb. 632). Die stets einfachen, meist nicht über 50 μ großen Stärkekörner (Abb. 633) sind scheibenförmig flach, im Umriß oval bis keulenförmig mit einem abgestutzten Ende, das in einer kleinen vorgezogenen Spitze den Kern enthält. Die feine und oft

Abb. 632. Stärkeparenchym des Zittwers mit Sekretzellen. Vergr. 200fach.

Abb. 633. Zittwer-Stärke. Vergr. 200fach.

nur schwer erkennbare Schichtung ist entsprechend der Lage des Kernes stark exzentrisch. Die größeren Stärkekörner und das Oberhautgewebe geben die wichtigsten mikroskopischen Merkmale zur Unterscheidung von Ingwer ab.

Abb. 634. Galgant. Nat. Größe.

Galgant.

Stammpflanze des Galgant ist die im südlichen China heimische, heute auch in Siam angebaute *Alpinia officinarum* Hance (Fam. Zingiberaceae). Ihre langen Wurzelstöcke werden in Stücke von etwa 10 cm Länge geschnitten und getrocknet, wobei sich die Schnittflächen meist aufwulsten (Abb. 634). Die einzelnen Stücke sind zylindrisch, meist

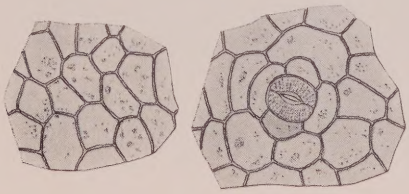


Abb. 635. Oberhaut des Galgant (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

gebogen und verzweigt, stellenweise auch knollig verdickt. Die stumpf rotbraune Oberfläche trägt in ringförmiger Anordnung hellere, gefranste Blattnarben. Querschnitte zeigen eine mächtige Rinde, die einen kleineren, tiefroten Zentralzylinder umschließt. Der Geschmack des Galgant ist bitter aromatisch, schwach brennend, der Geruch stark gewürzhaft.

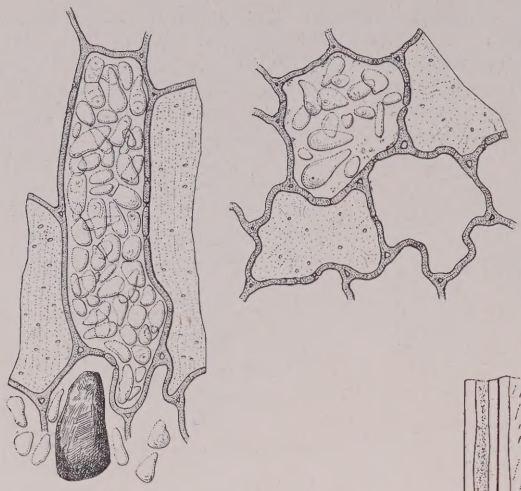


Abb. 636. Braune Parenchymzellen der Galgantrinde. Links Längsschnitt, rechts Querschnitt. Vergr. 200fach.

Die Oberfläche des Galgants wird durch kleine, polygonale Epidermiszellen gebildet, in welche ganz vereinzelt Spaltöffnungen mit sichelförmigen Nebenzellen eingestreut sind (Abb. 635); Haarbildungen fehlen.

Das mächtige Rindengewebe besteht zur Hauptsache aus auffallend großen, stärkehaltigen Parenchymzellen mit gewellten, gelbbräunlichen und zart getüpfelten Wänden (Abb. 636); dazwischen liegen Sekretzellen, die entweder ätherisches Öl oder tiefbraune, körnige Inhaltsstoffe führen, die sich mit Eisenchlorid schwärzlich färben. Die in der Rinde vereinzelt verlaufenden und im Zentralzylinder gedrängt liegenden Gefäßbündel sind von Scheiden langer Faserzellen eingeschlossen.

Abb. 637. Galgant-Stärke. Vergr. 200fach.

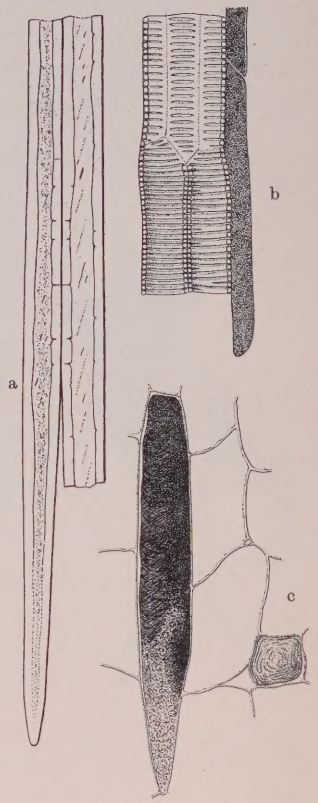


Abb. 638. Bastfasern (a), Gefäßbruchstück mit anhaftendem Pigmentschlauch (b) und Grundparenchym mit großer Sekretzelle (c) aus dem Zentralzylinder des Galgant. Vergr. 200fach.

Das rotbraune Galgantpulver wird in erster Linie durch großzelliges und braunwandiges Parenchym und die aus diesem stammenden Stärkekörner charakterisiert (Abb. 637). Diese sind bis 50 μ groß, überwiegend birnen-, keulen- oder flaschenförmig, oft auch walzlich und gekrümmt. Der Kern liegt stets in dem breiten Ende; die Schichtung ist fein, aber deutlich erkennbar. Neben einfachen Körnern kommen vereinzelt auch schwach zusammengesetzte vor.

Zu den weiteren Merkmalen des Pulvers gehören die rotbraunen Sekretmassen, sowie als Bestandteile der Gefäßbündel Leiter- und Treppengefäße und auffallend lange Faserzellen mit meist hellgelblichem Inhalt und schrägen Spaltentüpfeln (Abb. 638).

Kalmus.

Die geschälten Wurzelstöcke des in Indien heimischen Kalmus, *Acorus calamus* L. (Fam. Araceae), finden vor allem als Arzneimittel, in kandiertem Zustande außerdem als Gewürz, sowie auch als Zusatz zum Schnupftabak Verwendung. Die Bruchfläche des Rhizoms zeigt einen großen Zentralzylinder und eine schmalere Rindenzone.

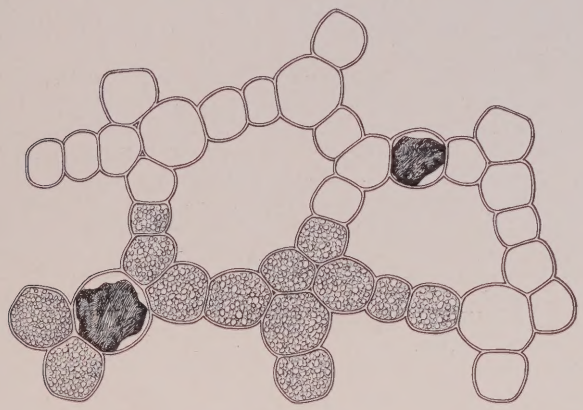


Abb. 639. Schwammparenchym des Kalmusrhizoms mit Stärkezellen und Harzbehältern (Querschnittsbild). Vergr. 200fach.

Mikroskopisch ist Kalmus vor allem an dem netzartigen Schwammparenchym, das die Hauptmasse des Wurzelstockes bildet, leicht zu erkennen (Abb. 639). Die durch große Interzellularen getrennten Zellreihen bestehen aus kantig-rundlichen, dünnwandigen Zellen, die kleinkörnige Stärke enthalten; die Stärkekörner sind kuglig, im allgemeinen einfach und meist nicht größer als 4 μ. In den Ecken der Parenchymplatten finden sich etwas größere Sekretzellen mit gelblichem oder bräunlichem ätherischen Öl. In dem Schwammparenchym verlaufen weiter Gefäßbündel leptozentrischen Baus; die kleineren Gefäßbündel der Rindenzone weisen kollateralen Bau auf und werden von Faserzellen, oft auch von Kristallkammerfasern begleitet.

Für Kalmuspulver sind vor allem die kleinen, einfachen Stärkekörner, das Schwammparenchym aus platten- oder reihenförmig angeord-

neten Zellen, die Sekretzellen und die Bruchstücke der meist durch weitlumige Treppen- und Netzgefäße ausgezeichneten Gefäßbündel charakteristisch.

Zimt.

Die verschiedenen Zimtarten des Handels.

Zimt ist die nach vorhergehender oberflächlicher Schälung oder sorgfältiger Entfernung der Außenschichten getrocknete Rinde der Zweige von *Cinnamomum Cassia* (Nees) Bl. und *Cinnamomum zeylanicum* Breyne (Fam. Lauraceae). Die erste liefert den Chinesischen Zimt (Zimtkassie, Cortex Cinnamomi Cassiae), der in Südchina zum Teil von wildwachsenden, meist aber von angepflanzten Bäumen gewonnen wird. *Cinnamomum zeylanicum* Breyne ist die Stammpflanze des Ceylon-Zimtes (Kaneel, Cortex Cinnamomi ceylanici); ihre Heimat ist, wie schon der Name sagt, Ceylon, dessen ausgedehnte Zimtplantagen auch heute noch den größten Teil des zu uns kommenden Ceylon-Zimtes liefern. Beide Zimtarten sind stark aromatisch; Geruch und Geschmack werden in erster Linie durch das an Zimtaldehyd reiche ätherische Zimtöl bedingt. Infolge seines höheren Gerbstoff- und Schleimgehaltes ist der chinesische Zimt durch einen mehr schleimigen und etwas adstringierenden Geschmack ausgezeichnet, der dem Ceylon-Zimt nicht oder nicht in diesem Maße eigentümlich ist; dieser gilt deshalb als edler.

Außer der Rinde von *Cinnamomum Cassia* und *C. zeylanicum* werden im Handel zuweilen auch Rinden anderer *Cinnamomum*-Arten als Zimt angetroffen, die aber meist von minderwertiger Beschaffenheit sind; solche Rinden gehen zum Teil unter der Bezeichnung Malabar-Zimt, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß Malabar-Zimt auch von den zuerst erwähnten *Cinnamomum*-Arten stammen kann. Als Holzzimt (Holzkassie, *Cassia lignea*) werden geringwertige Zimtsorten bezeichnet, die vor allem aus der Rinde älterer Zweige, sowie aus schlecht geerntetem Material bestehen und meist nicht nur Rinden-, sondern auch Holzteile der Zweige enthalten. Chips sind die beim Schneiden und Schälen des Ceylon-Zimtes erhaltenen Abfälle, die vielfach zur Verfälschung von Zimtpulver verwendet werden.

Ungleich geringere Bedeutung als die Rinden der erwähnten *Cinnamomum*-Arten haben der Weiße Zimt und der Nelkenzimt, die hier der Vollständigkeit halber erwähnt, aber nicht näher beschrieben werden sollen. Der Weiße Zimt, so genannt wegen der weißen Farbe — vor allem der Innenseite — ist die Rinde der in Westindien heimischen *Winterana Canella* L. (= *Canella alba* Murr., Fam. Winteranaceae). Der Nelkenzimt stammt von der brasilianischen Lauracee *Dicypellium caryophyllatum* (Mart.) Nees, deren rotbraune Rindenstücke nach Gewürznelken riechen und schmecken.

Die allgemeinen Bauverhältnisse der Zimtrinde.

Da sowohl der Chinesische wie der Ceylon-Zimt von Ästen bzw. Schößlingen stammen, bei denen das sekundäre Dickenwachstum längst eingesetzt hat, weist die Rinde neben dem ursprünglichen oder primären Teil einen aus der Tätigkeit des Kambiums hervorgegangenen sekundären Teil auf, welcher der Gesamtheit der gebildeten sekundären Sieb- und Bastteile entspricht. Die von den Zweigen durch Schälen entfernte Rinde ist also stets aus einem älteren, äußeren oder primären und dem nachträglich gebildeten sekundären, inneren Teil aufgebaut.

Die primäre Rinde wird nach außen durch eine meist gesprengte Epidermis begrenzt; unterhalb derselben liegen in den äußeren Rindenteilen Korkschichten, die durch die Tätigkeit eines oder mehrerer Phellogene entstanden sind. Das übrige Gewebe der primären Rinde besteht zur Hauptsache aus parenchymatischen Zellen mit eingestreuten Schleim- und Ölbehältern. Die innersten, ursprünglich ebenfalls parenchymatischen Zellen des primären Rindenteiles sind nachträglich in Steinzellen verwandelt und bilden zusammen mit den Bastzellen der kollabierten primären Siebteile den für die Rinde der Lauraceen typischen „gemischten sklerotischen Ring", der also den Abschluß des primären Rindenteiles nach innen darstellt.

An den sklerotischen Ring schließt sich die durch die Kambiumtätigkeit entstandene sekundäre Rinde; auch diese besteht überwiegend aus parenchymatischen Gewebeelementen mit eingestreuten Öl- und Schleimzellen. Sie enthält weiter Gruppen meist stark zusammengedrückter Siebelemente und einzelne oder höchstens zu kleinen Gruppen vereinigte Bastfasern, sowie in radialer Richtung verlaufende, schwach trichterförmig nach außen erweiterte Markstrahlen aus ebenfalls parenchymatischen Zellen.

Während die Handelsware des Chinesischen Zimtes den eben geschilderten Rindenbau meist noch vollständig zeigt, weil die Rinde nur oberflächlich abgeschabt wird, ist bei den in den Handel kommenden Rindenteilen des Ceylon-Zimtes der primäre Teil der Rinde bis auf den sklerotischen Ring entfernt. Da außerdem gewisse, wenn auch feinere Verschiedenheiten des anatomischen Baues von Chinesischem und Ceylon-Zimt vorliegen, so ist es möglich, beide auch im gepulverten Zustande auseinanderzuhalten.

Die mikroskopische Untersuchung der Zimtrinde erfolgt zunächst an Querschnitten, woran sich die Betrachtung tangentialer Längsschnitte sowie die Prüfung selbst hergestellten Zimtpulvers schließt. Die Anfertigung der Schnitte durch die verhältnismäßig spröden Rindenstücke erfordert eine Vorbereitung des Untersuchungsmaterials durch vorhergehendes Aufquellen in reinem oder besser in ammoniakhaltigem Wasser und Übertragen der aufgeweichten Stücke in Alkohol-Glyzerin. Im Hinblick auf den hohen und oft störenden Stärkegehalt der Rindenteile erfolgt die mikroskopische Untersuchung zweckmäßig nicht nur in Wasser, sondern auch in Chloralhydrat; weiterhin empfehlen sich Präparate in Phloroglucin + Salzsäure, welche die charakteristischen verholzten Elemente deutlicher hervortreten lassen.

Chinesischer Zimt.

Die Rinde von *Cinnamomum Cassia* (Nees) Bl. wird durch Schälen 6—10jähriger Zweige gewonnen. Die zu einem Zylinder oder einer Rinne eingerollten, rot- bis tiefbraunen Stücke haben dem Alter der geschälten Zweige entsprechend eine bedeutende Dicke, die meist zwischen 1—2 mm schwankt (Abb. 640). Die sehr harten und spröden Rindenstücke sind außen nur sehr oberflächlich abgeschält, so daß oft nicht nur die Korkschichten, sondern auch noch Reste der Epidermis erhalten sind. Solche unvollständig abgeschabten Stellen verraten sich dem Auge durch eine grau-weißliche Farbe.

Abb. 640. Querschnitt durch die Rinde des Chinesischen Zimtes (Handelsware). Nat. Gr.

Das sich in Querschnitten ergebende Bild ist in Abb. 641 und 642 wiedergegeben, wobei der untere Teil der Abb. 641 dem oberen Teil von Abb. 642 entspricht; Abb. 641 stellt den äußeren primären, Abb. 642 den inneren, sekundär gebildeten Teil der Rinde dar. Beide sind durch

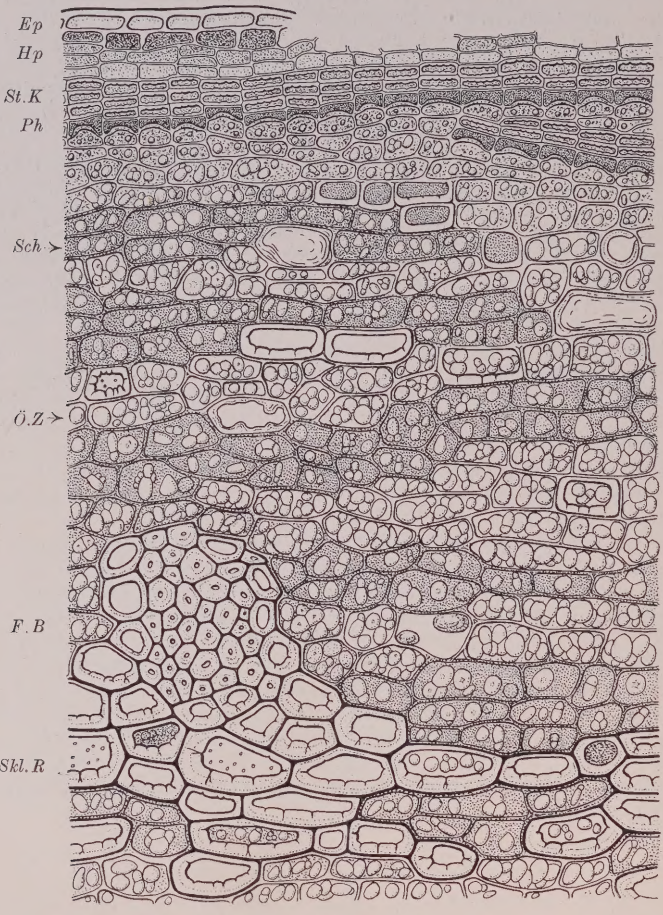


Abb. 641. Querschnitt durch den äußeren (primären) Rindenteil des Chinesischen Zimtes (Handelsware). *Ep* Epidermis, *Hp* Hypoderm, *St.K* Steinkork, *Ph* Phellogen, *Sch* Schleimzelle, *Ö.Z* Ölzelle, *F.B* Faserbündel, *Skl.R* Sklerotischer Ring. Vergr. 200fach.

den bereits erwähnten, aus den innersten Schichten der primären Rinde hervorgegangenen, gemischten sklerotischen Ring voneinander getrennt.

Der äußere oder primäre Teil der Rinde (Abb. 641) wird nur an noch vollständig erhaltenen Stellen nach außen durch die kleinzellige Epidermis mit stark verdickten äußeren Membranen abgegrenzt; im all-

gemeinen bilden die darunter entstandenen Korkschichten die äußersten Gewebeelemente. Sie bestehen aus reihenförmig liegenden, tafelförmigen,

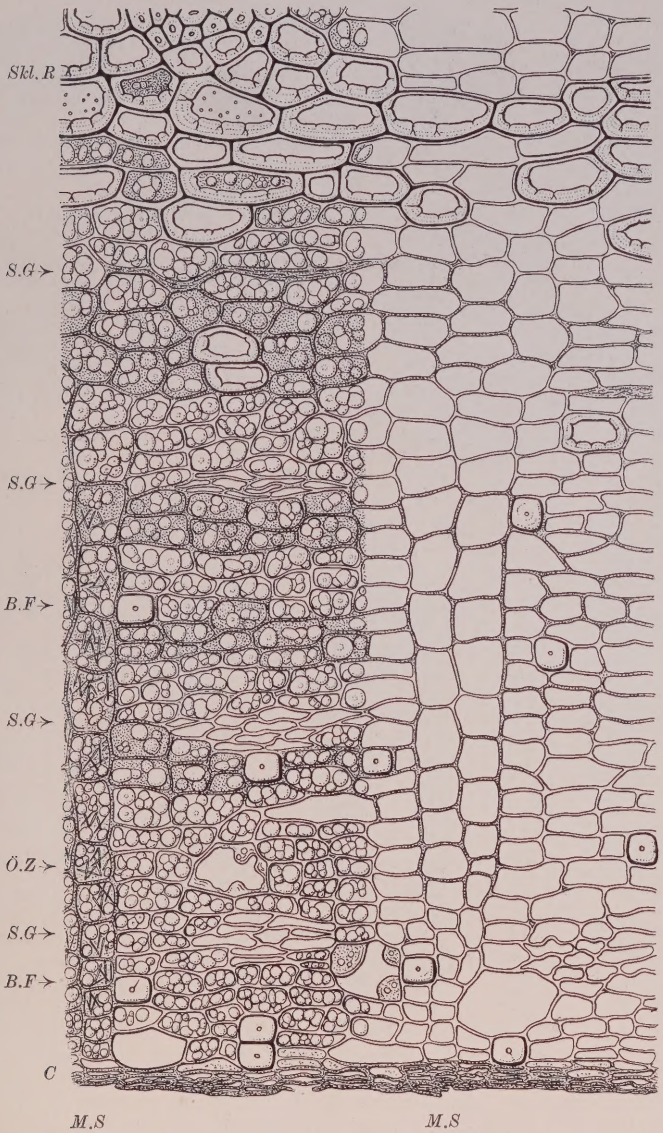


Abb. 642. Querschnitt durch den inneren (sekundären) Rindenteil des Chinesischen Zimtes (Handelsware). *Skl.R* Sklerotischer Ring, *S.G* Siebgruppe, *B.F* Bastfasern, *Ö.Z* Ölzelle, *C* Cambium, *M.S* Markstrahl. Vergr. 200fach.

dünnwandigen Korkzellen, sowie aus ähnlich geformten und angeordneten, aber stärker verdickten und darum als Steinkork bezeichneten Zellen. Bei

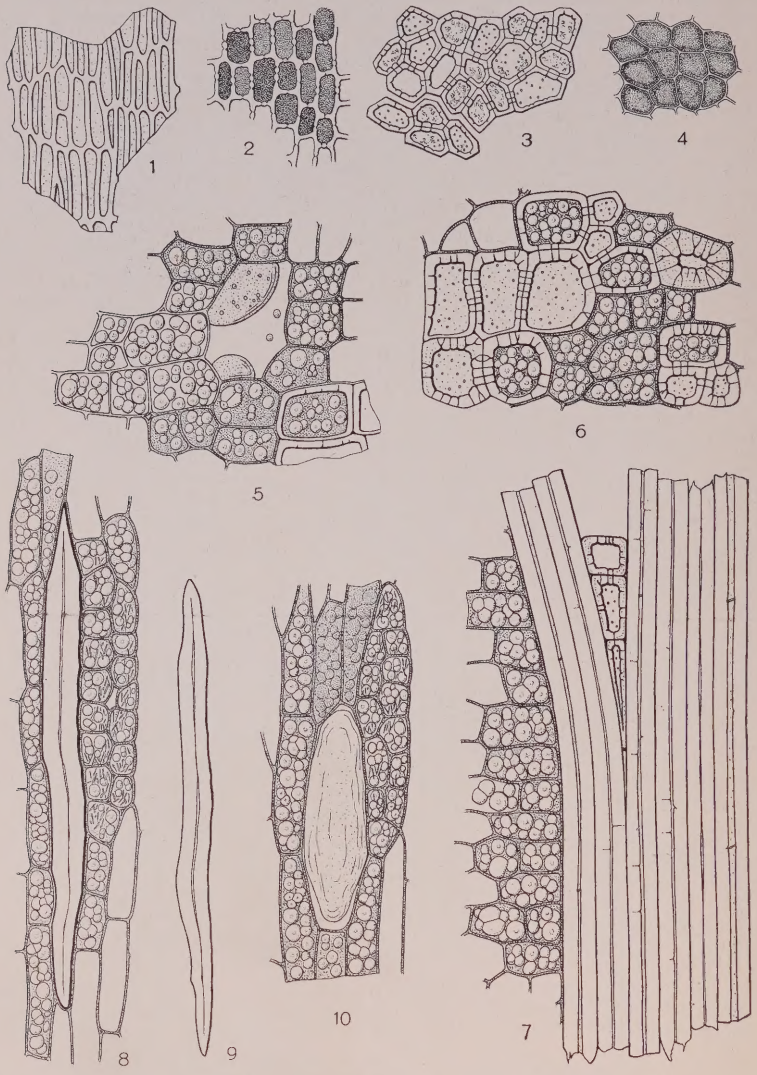


Abb. 643. Verschiedene Schichten der Rinde des Chinesischen Zimtes in tangentialen Längsschnitten. 1—5 Bestandteile des äußeren (primären) Rindenteiles: 1 Epidermis, 2 Hypoderm, 3 Steinkork, 4 Phellogen, 5 Rindengewebe mit Ölzelle. 6—7 Bestandteile des sklerotischen Ringes: 6 Steinzellen, 7 Faserbündel. 8—10 Bestandteile des inneren (sekundären) Rindenteiles: 8 Bastfaser mit Grundparenchym (links) und Markstrahl (rechts). 9 einzelne Bastfaser, 10 Schleimzelle (Mitte) und Markstrahl (rechts oben). Vergr. 200fach.

besonders alten Rindenstücken pflegt die Phellogentätigkeit und Korkbildung auch auf tiefere Schichten der Rinde überzugreifen.

Der Hauptteil der primären Rinde wird aus verhältnismäßig großen parenchymatischen Zellen gebildet, in welche schwach verdickte, getüpfelte Steinzellen, ferner Schleim- und Ölzellen eingestreut sind. Die parenchymatischen Zellen sind meist schwach tangential gestreckt und oft nachträglich durch radiale Wände gekammert. Die Membranen sind rotbraun; außer reichlich vorhandenen Stärkekörnern führen die Zellen vielfach einen rotbraunen, sich in Eisenchlorid dunkel färbenden, also gerbstoffartigen Inhalt. Die in der primären Rinde enthaltenen Steinzellen sind meist nur schwach und vor allem nach der inneren Seite der Rinde zu verdickt. Schleim- und Ölzellen sind etwas größer als die sonstigen Rindenelemente; die ersten sind ganz mit geschichtetem Schleim gefüllt, die Ölzellen enthalten vielfach gelbe Harzklumpen.

An die soeben beschriebenen Gewebe schließt sich der gemischte sklerotische Ring, der sich aus den Bastzellgruppen der völlig kollabierten primären Siebteile und aus nachträglich zu Steinzellen verdickten, ursprünglich parenchymatischen Zellen zusammensetzt. Die ersten zeigen sich auf dem Querschnitt als sehr stark verdickte, deutlich geschichtete, polygonale Zellen, deren Gruppen über die sonstigen Bestandteile des sklerotischen Ringes nach außen hervorragen. Die Steinzellen führen oft noch braunen Inhalt und Stärke; sie sind meist etwas tangential gestreckt und hufeisenförmig verdickt, indem die Verdickungen auf der Innenseite stärker sind als auf der Außenseite. Die Verdickungsschichten zeigen einfache oder verzweigte Tüpfelkanäle. Ein besonderes Merkmal des gemischten sklerotischen Ringes besteht beim Chinesischen Zimt darin, daß derselbe durch nachträgliches Dickenwachstum der Zweige gesprengt wird und die Lücken mit gewöhnlichen parenchymatischen Zellen wieder ausgefüllt sind. Durch diese Unterbrechungen des sklerotischen Ringes unterscheidet sich der Chinesische Zimt von dem Ceylon-Zimt, der einen völlig geschlossenen Steinzellring besitzt.

Innerhalb des sklerotischen Ringes liegt die innere oder sekundäre Rinde als Gesamtheit der vom Kambium gebildeten Sieb- und Bastelemente (Abb. 642). Sie hat ebenfalls parenchymatischen Charakter und enthält außer gewöhnlichem Parenchym die Elemente der Siebteile und Bastzellen; in radialer Richtung wird sie von parenchymatischen, 1—3reihigen Markstrahlen durchsetzt.

Das Grundparenchym, das die Hauptmasse der sekundären Rinde bildet, besteht aus schwach tangential gestreckten Zellen mit dünnen braunen Wänden, reichlichem Stärkegehalt und braunen Inhaltsmassen, die Gerbstoffreaktion geben. Eingestreut liegen größere Schleim- und Ölzellen, sowie spärliche, fast stets einzeln liegende Bastfasern von rundlich-quadratischem Querschnitt und mit so starker Verdickung, daß meist nur ein kleines, kreisförmiges Lumen übriggeblieben ist. Die gruppenweis angeordneten Siebröhren und Geleitzellen sind stärkefrei und in den älteren, nach dem sklerotischen Ring zu liegenden Teilen so stark zusammengedrückt, daß sie als tangential verlaufende Bänder erscheinen; in den jüngeren Schichten ist die Form der kleinen Zellen deutlicher zu erkennen.

Die Zellen der Markstrahlen unterscheiden sich von dem Siebparenchym durch ihre streng reihenförmige Anordnung und schwach radiale Streckung; sie haben ebenfalls braune Zellwände und enthalten außer Stärke und braunen Inhaltsstoffen kleine prismatische Oxalatkristalle, die vereinzelt auch in den sonstigen Parenchymzellen der sekundären Rinde vor-

kommen. Sie bleiben aber von dem übrigen Zellinhalt meist verdeckt und werden daher am besten entweder in entstärkten Präparaten oder im polarisierten Licht nachgewiesen.

Auf tangentialen Längsschnitten zeigen die verschiedenen Teile der Zimtrinde die in Abb. 643 zusammengestellten Gewebe- und Zellformen. Die meist nur noch spärlich vorhandenen Teile der Oberhaut bestehen aus schmalen, längsgestreckten Zellen mit derben, farblosen Membranen (Abb. 643, 1), das darunter liegende Hypoderm aus rechteckigen Zellen mit fein getüpfelten Wänden und dunklem Inhalt (Abb. 643, 2). Vom Korkgewebe fallen besonders die regelmäßig polygonalen Steinkorkzellen auf (Abb. 643, 3), während die dunklen Phellogenzellen (Abb. 643, 4) den Übergang zu den braunen Parenchymschichten der äußeren Rinde (Abb. 643, 5) bilden. In das Parenchym sind Öl- und Schleimzellen, sowie vereinzelte, schwach verdickte Steinzellen eingestreut.

Die Bastfaserbündel des sklerotischen Ringes sind auf tangentialen Längsschnitten aus sehr langen, stark verdickten und kaum getüpfelten Faserzellen zusammengesetzt (Abb. 643, 7). Die Steinzellen haben im allgemeinen eine fast isodiametrische Form und führen vielfach braunen Inhalt oder Stärke; die Steinzellgruppen sind häufig durch braunes Parenchym unterbrochen (Abb. 643, 6).

In den überwiegend aus braunwandigem Parenchym bestehenden Geweben der inneren Zimtrinde treten auf tangentialen Längsschnitten vor allem die aus rundlich-quadratischen Zellen bestehenden Markstrahlen (Abb. 643, 8, 10) und vereinzelte Bastfasern mit strichförmigem Lumen und oft bräunlichen Inhaltsstoffen (Abb. 643, 8, 9) hervor. Die außerdem meist sichtbaren, langgestreckten Zellreihen aus dünnwandigen Elementen entsprechen den Siebröhren.

Abb. 644. Stärkekörner des Chinesischen Zimtes. Vergr. 200fach.

Die Gewebe des Chinesischen Zimts enthalten, wie bereits erwähnt, sehr reichlich Stärke. Die Stärkekörner (Abb. 644) sind teils einfach, meist aber aus 2—4 Teilkörnern, deren Größe bis 20 μ erreicht, zusammengesetzt; die zusammengesetzten Körner werden 30 μ und mehr groß. Auch verquollene Stärkekörner kommen in der Handelsware vor.

Ceylon-Zimt.

Die Rinde von *Cinnamomum zeylanicum* Breyne wird durch Schälen 1- bis höchstens 2jähriger Wurzelschößlinge strauchartig gehaltener Bäume gewonnen. Die Rindenstücke werden vor dem Trocknen durch vorsichtiges Abschaben von der primären Rinde bis zum sklerotischen Ring befreit und rollen sich während des Trocknens von beiden Rändern her ein; die Handelsware besteht aus hellbraunen, ineinander geschobenen Stücken (Abb. 645) und ist weit weniger spröde als der Chinesische Zimt. Da bei der Rinde des Ceylon-Zimtes die primären Rindenteile entfernt sind, ist er schon aus diesem Grunde dünner als der Chinesische Zimt; da außerdem die Rinde des Ceylon-Zimtes nur von jüngeren Schößlingszweigen gewonnen wird, beträgt die Dicke der Handelsware beim Ceylon-Zimt meist nur etwa ½ mm.

Abb. 645. Querschnitt durch Ceylon-Zimt (Handelsware). Nat. Gr.

Die mikroskopische Untersuchung des Ceylon-Zimtes wird in der gleichen Weise wie bei dem Chinesischen Zimt an Quer- und Längsschnitten vorgenommen; sie gestaltet sich von vornherein dadurch einfacher, daß aus den eben erwähnten Gründen nur der sklerotische Ring und die sekundäre Rinde berücksichtigt zu werden brauchen.

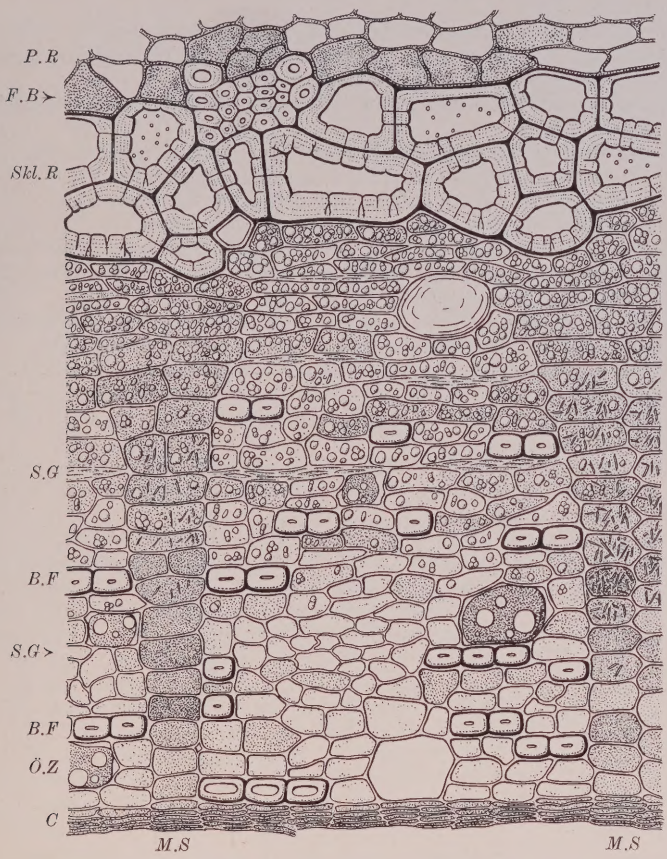


Abb. 646. Querschnitt durch die Rinde des Ceylon-Zimtes (Handelsware). *P.R* Reste der äußeren (primären) Rinde, *F.B* Faserbündel, *Skl.R* Sklerotischer Ring, *S.G* Siebgruppe, *B.F* Bastfasern, *Ö.Z* Ölzelle, *C* Cambium, *M.S* Markstrahl. Vergr. 200fach.

Der sklerotische Ring des Ceylon-Zimtes unterscheidet sich auf Querschnittsbildern (Abb. 646) von dem des China-Zimtes durch folgende Merkmale:

1. er ist noch völlig geschlossen;
2. die von den primären Siebteilen stammenden, dem Ring anliegenden Bastfaserbündel ragen nicht über den Ring hervor, sondern sind in diesen mehr oder weniger eingebettet;

3. die Bastfasern der Faserbündel sind weit schlanker als beim China-Zimt und erscheinen daher auf Querschnitten durch die Rinde kleinzelliger;
4. die Steinzellen sind größer, außerdem stärker, gleichmäßiger und weniger deutlich hufeisenförmig verdickt als beim Chinesischen Zimt.

Die innerhalb des sklerotischen Ringes liegende sekundäre Rinde weist ähnlichen Bau auf wie die entsprechenden Schichten des Chinesischen Zimtes; die Unterschiede liegen in Folgendem:

1. die sekundäre Rinde ist schwächer entwickelt als beim Chinesischen Zimt;
2. die parenchymatischen Zellelemente sind etwas kleiner und enthalten weit weniger Stärke als beim Chinesischen Zimt; insbesondere sind die jüngeren Zellen der Markstrahlen sowie überhaupt die inneren Teile der sekundären Rinde meist frei von Stärke;
3. die Kristallnadeln der Markstrahlzellen sind beim Ceylon-Zimt kleiner und spitzer, fallen aber trotzdem mehr auf, weil sie nicht durch Stärke verdeckt werden;
4. die Stärkekörner sind kleiner; die Einzelkörner überschreiten selten 12 μ, zusammengesetzte meist nicht 20 μ (Abb. 647).
5. die Bastfasern der sekundären Rinde sind weit häufiger als beim Chinesischen Zimt und liegen in Querschnittsbildern im allgemeinen nicht einzeln, sondern oft in tangential angeordneten Gruppen;
6. die Bastfasern haben keinen rundlich-quadratischen, sondern einen tangential gestreckten Querschnitt mit länglichem bis strichförmigem Lumen.

Tangentiale Längsschnitte zeigen in Übereinstimmung mit den eben beschriebenen Querschnittsbildern den geschlossenen Bau des sklerotischen Ringes, der aus kleinen Bündeln schlanker Faserzellen (Abb. 648, 2) und verhältnismäßig großen und stark verdickten Steinzellen (Abb. 648, 1) zusammengesetzt ist. Die dem sklerotischen Ring außen noch anhaftenden Reste der primären Rinde bestehen aus inhaltsarmen, parenchymatischen Zellen mit braunen Wänden (Abb. 648, 2). Die innere Rinde weist als Hauptmerkmal zahlreiche Bastfasern (Abb. 648, 3, 4) auf, die im Gegensatz zu den entsprechenden Elementen des Chinesischen Zimtes ein breites, bandförmiges Lumen ohne Zellinhalt besitzen. Die Markstrahlen bestehen aus rundlich-quadratischen bis gerundet-rechteckigen Zellen mit zahlreichen Oxalatnädelchen (Abb. 648, 4, 5).

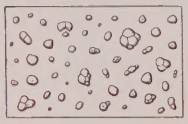


Abb. 647. Stärkekörner des Ceylon-Zimtes. Vergr. 200fach.

Untersuchung von Zimtpulver.

Die Prüfung von Zimtpulvern erfolgt in Wasserpräparaten und in wässeriger Jodlösung zur Bestimmung der Stärke, in Chloralhydrat zur Untersuchung der verschiedenen Gewebeteile, in konzentrierter Schwefelsäure zum leichteren Nachweis der Korkzellen und in Phloroglucin + Salzsäure zur besseren Kenntlichmachung der diagnostisch wichtigen, verholzten Elemente. Chloralhydratpräparate werden zweckmäßig aus Material hergestellt, das einige Zeit vorher in Chloralhydrat übertragen war.

Zimtpulver besteht zur Hauptsache aus zertrümmertem, stärkehaltigen Parenchym mit meist bräunlich gefärbten Wänden, einzeln liegenden Stärkekörnern, aus Bruchstücken von Faserbündeln, aus Steinzellen, Bastfasern und, wenigstens beim Chinesischen Zimt, auch aus Korkgewebe.

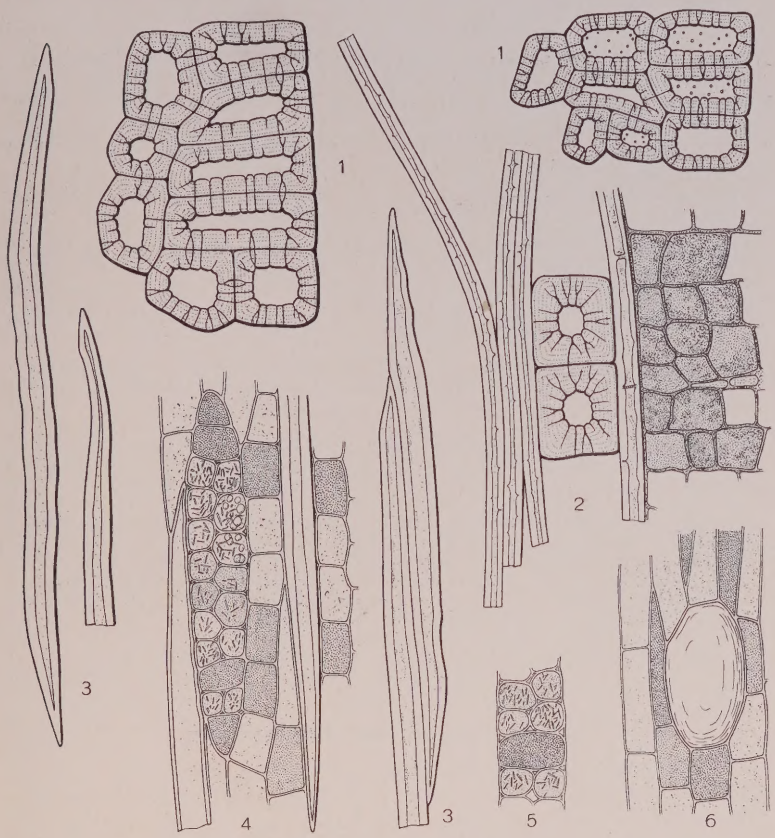


Abb. 648. Verschiedene Teile der Rinde des Ceylon-Zimtes (Handelsware) in tangentialen Längsschnitten. 1 Steinzellen des sklerotischen Ringes. 2 Faserbündel mit Steinzellen (Mitte) und Resten des äußeren (primären) Rindenteiles (rechts). 3—6 Bestandteile des rekundären Rindenteils: 3 Bastfasern. 4 quergetroffener Markstrahl mit benachbarten Bastfasern. 5 Markstrahlzellen. 6 Ölzelle. Vergr. 200fach.

Die Unterscheidung von Ceylon- und Chinesischem Zimt ist auch im Pulver mit Sicherheit möglich. Das wichtigste Merkmal liegt in dem ganz verschiedenen Verhältnis parenchymatischer zu sklerenchymatischen Gewebeelementen; daneben bieten Stärkegehalt und Größe der Stärkekörner, Bastfasern, Steinzellen und Korkgewebe weitere Anhaltspunkte, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht:

Chinesischer Zimt:	Ceylon-Zimt:
Farbe des Pulvers dunkelbraun	Pulver heller braun
Geschmack aromatisch, schleimig und adstringierend	Geschmack stärker aromatisch und feiner, kaum schleimig oder adstringierend
Bruchstücke brauner parenchymatischer Gewebe häufig	parenchymatische Gewebe in Vergleich zu sklerenchymatischen Elementen weniger hervortretend
Gehalt an sklerenchymatischen Zellelementen gering	Gehalt an sklerenchymatischen Elementen groß
Stärkekörner sehr reichlich	Stärkekörner weniger zahlreich
Stärkekörner groß (Einzelkörner bis 20 μ, zusammengesetzte bis 30 μ)	Stärkekörner kleiner (bis 12 μ bzw. 20 μ)
Trümmer des oft durch braunes Parenchym unterbrochenen sklerotischen Ringes	Trümmer des lückenlosen sklerotischen Ringes
Bastfasergruppen des sklerotischen Ringes besonders stark entwickelt, die einzelnen Fasern derb	Bastfasergruppen schwächer entwickelt, die einzelnen Bastfasern schlanker
Steinzellen des sklerotischen Ringes kleiner, mäßig stark und meist hufeisenförmig verdickt	Steinzellen des sklerotischen Ringes größer, stärker und meist gleichmäßig verdickt
Bastfasern der sekundären Rinde spärlich vorhanden und sehr stark verdickt, im Querschnitt rundlich-quadratisch, in Längsansicht mit strichförmigem Lumen und oft bräunlichem Inhalt	Bastfasern der sekundären Rinde viel häufiger, im Querschnitt rechteckig, in Längsansicht meist mit breitem, bandförmigen Lumen und ohne gefärbten Zellinhalt
Korkzellen vorhanden	Korkzellen fehlen

Verfälschungen des Zimtpulvers.

Zu den häufigsten Verfälschungen gehört der Zusatz von Stärke, Mehlen und gemahlenem Brot. Besonders oft werden Maisstärke, Weizen- und Erbsenmehl angetroffen; bezüglich der Erkennung der einzelnen Stärkearten sei auf die früher gegebene Zusammenstellung (vgl. S. 102) verwiesen. Gemahlenes Brot und Brotrinde zeigen sich als gelbliche oder blaßbräunliche Fragmente, die sich bei Zusatz wässeriger Jodlösung vom Rande her violett verfärben und im Innern verquollene Stärkekörner erkennen lassen (vgl. S. 66).

Von Bedeutung ist weiter die Prüfung des Zimtpulvers auf verholzte Elemente. Im Zimtpulver sind nur die Steinzellen und die verdickten Bastfasern verholzt; beide treten, vor allem beim Chinesischen Zimt, an Zahl gegenüber den anderen Gewebeelementen zurück. Gefäße, Tracheiden und lange Fasern mit mäßig verdickten Wänden dürfen nicht vorkommen; ihre Anwesenheit zeigt mit Sicherheit Verfälschungen an. Cedrela-Holz ist an gelblich gefärbten Holzfasern und Bruchstücken großer Tüpfelgefäße (vgl. S. 236), Sandelholz an orange-

roten, langen Holzfasern mit schwanzförmig verschmälerten Enden und an ebenso gefärbten Bruchstücken großer Tüpfelgefäße (vgl. S. 236), Koniferenholz an Tracheiden mit Hoftüpfeln (vgl. S. 69) zu erkennen.

Zusatz der beim Schneiden und Schälen des Ceylon-Zimtes abfallenden Chips (vgl. S. 308) verrät sich durch Holzfasern und Bruchstücke der mit oval-gestreckten oder behöften Tüpfeln, sowie mit leiterförmigen Gefäßdurchbrechungen versehenen Tracheen, vor allem aber durch das häufige Vorliegen von Oberhaut- und Korkgewebe.

Zimtblüten kommen als Verfälschungsmittel von Zimtpulver wohl kaum in Frage, da sie im Preis höher stehen als Zimtrinde; sie wären an dem Oberhautgewebe von Stiel und Fruchtwand, den großen, gefächerten Stabzellen und den Gefäßen zu erkennen (vgl. S. 291).

Weniger einfach ist der Nachweis fremder Gewebeteile, wenn diese Steinzellen führen, die mit den Sklereiden des Zimtpulvers Ähnlichkeit haben; das kann bei den Schalen verschiedener Früchte der Fall sein. Bei den mannigfachen Möglichkeiten der Verwendung von gemahlenen Fruchtschalen lassen sich Einzelhinweise hier nicht geben; nachgewiesen sind Kakaoschalen (S. 196), Walnuß- und Haselnußschalen, Mandelkleie, Kokosnußschalen, ferner Olivenkerne und die Preßrückstände der verschiedensten Ölfrüchte (vgl. Abschnitt V, S. 105).

Von sonstigen Verfälschungen sei noch der Zusatz von Reis- und Hirsespelzen, von Baumrinden und von Mineralpulvern erwähnt. Reisspelzen und die Spelzen anderer Gramineen sind an den typischen Epidermiszellen mit gewellten Wänden zu erkennen. Der Nachweis fremder Baumrinden ist schwieriger, da diese aus ähnlichen Zellelementen aufgebaut sind wie die Zimtrinde. Die Bastfasern sind jedoch meist länger; Präparate in konzentrierter Schwefelsäure lassen die Korkgewebe deutlich hervortreten, die ebenfalls meist Unterschiede zeigen. Vor allem muß auf Kalziumoxalatkristalle geachtet werden; Zimtrinde enthält nur verhältnismäßig wenige, vor allem nur kleine, rhomboedrisch nadelförmige Kristalle; in anderen Baumrinden sind dagegen große Kristalle und Kristalldrusen die Regel.

Der Nachweis von Mineralpulvern erfolgt am besten durch Aschenbestimmungen; jedoch gibt die mikroskopische Untersuchung, insbesondere bei Anwendung des Polarisationsapparates, ebenfalls wichtige Hinweise.

Schnittlauch.

Die stielrunden, röhrenförmigen Blätter des Schnittlauchs, *Allium Schoenoprasum* L. (Fam. Liliaceae), zeigen auf Querschnitten von außen nach innen die farblose Epidermis, eine doppelte Palisadenschicht und lockeres Schwammparenchym mit vereinzelten kleineren, stärker verdickten Zellen und kollateralen Gefäßbündeln. In Flächenschnitten erscheinen die Epidermiszellen lang gestreckt; sie haben entweder sehr zarte, zerknittert aussehende oder etwas derbere, undeutlich getüpfelte Wände (Abb. 649). Zwischen den Oberhautzellen liegen schwach versenkt und in pa-

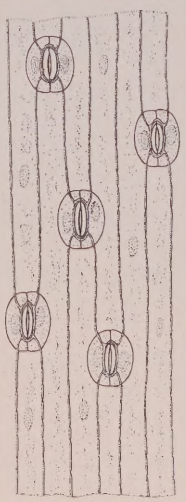


Abb. 649. Oberhaut des Schnittlauchblattes (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

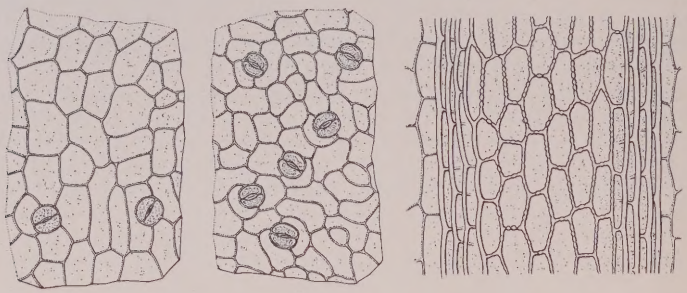
ralleler Anordnung zur Streckungsrichtung des Gewebesgroße, ovale Spaltöffnungen.

Die Blätter anderer Allium-Arten (Küchenzwiebel, *Allium cepa* L.; Winterzwiebel, *A. fistulosum* L.; Porree, *A. Porrum* L.) weisen ähnlichen Bau auf.

Petersilie.

Die unteren Blätter der als Küchengewürz viel verwendeten Petersilie, *Petroselinum sativum* Hoffm. (Fam. Umbelliferae), sind 3fach gefiedert mit keilförmigen, gezähnten bis 3spaltigen Blättchen, die oberen 3zählig mit lineal-lanzettlichen, ganzrandigen Blättchen. Die Blattoberseite ist glänzend, die Unterseite mattgrün.

Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus polygonalen Zellen mit wenig gebogenen Radialwänden und schwacher Cuticularstreifung; sie enthält vereinzelt Spaltöffnungen (Abb. 650a). Die Blattunterseite hat kleinere Epidermiszellen und zahlreiche Spaltöffnungen (Abb. 650b).



a b c

Abb. 650. Oberhaut des Petersilienblattes. a Epidermis der Blattoberseite. b Epidermis der Blattunterseite. c Blattnerv (Unterseite). Vergr. 200fach.

Über den Nerven liegen gleichmäßig in der Blattrichtung gestreckte Oberhautzellen mit derben, getüpfelten Radialwänden; da die Nerven über das sonstige Blattgewebe hervorragen, zeigen sich in Flächenansichten des Blattes die Oberhautzellen an den gewölbten Seitenflächen der Nerven im optischen Querschnitt (Abb. 650c).

Die Blätter der giftigen Hundspetersilie (*Aethusa cynapium* L.) haben auf der Blattoberseite fast keine, auf der Blattunterseite dagegen etwa doppelt so viel Spaltöffnungen wie die echte Petersilie.

Lorbeerblätter.

Die als Gewürz verwendeten Blätter des im Mittelmeergebiet heimischen Lorbeerbaumes, *Laurus nobilis* L. (Fam. Lauraceae), sind kurzgestielt, lederartig und kahl, mit glänzender Oberseite und schwach gewelltem Rand (Abb. 651). Von dem derben Mittelnerv zweigen in mäßig spitzem Winkel Seitennerven ab, die am Rande Schlingen bilden.

Die Blätter sind ausgesprochen dorsiventral gebaut. Unter der oberen Epidermis liegt eine doppelte Palisadenschicht, darunter Schwammparenchym. Sowohl das Palisadengewebe wie das Schwammparenchym enthalten reichlich kugelige Ölzellen mit farblosem ätherischen Öl.

Flächenschnitte durch die obere Epidermis zeigen polyedrische Zellen mit derben Wänden; bei hoher Einstellung erscheinen die radialen Zellwände gezackt-gewellt, bei tiefer dagegen perlschnurartig getüpfelt; Spaltöffnungen fehlen (Abb. 652).

Abb. 651. Lorbeerblatt (Selbstdruck). Nat. Gr.

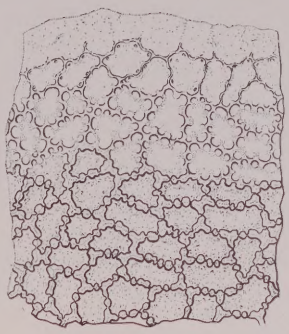


Abb. 652. Epidermis der Oberseite des Lorbeerblattes (Flächenansicht bei verschiedener Einstellung). Vergr. 200fach.

Die Epidermis der Blattunterseite (Abb. 653) besitzt in der Nähe der Blattnerven gestreckte Oberhautzellen mit stark gewellten, derben, hellscheinenden Wänden; das sonstige Oberhautgewebe besteht aus ziemlich dünnwandigen, mehr polyedrischen Zellen mit ebenfalls gewellten Wänden und enthält zahlreiche ovale Spaltöffnungen mit oft sehr schmalen Nebenzellen.

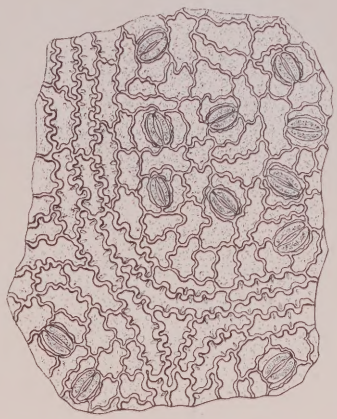


Abb. 653. Epidermis der Blattunterseite des Lorbeerblattes (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Majoran und seine Verfälschungen.

Majoran.

Das Majorankraut, *Majorana hortensis* MOENCH (= *Origanum majorana* L., Fam. Labiatae) hat dünn behaarte Stengel mit kleinen, kreuzweis gegenständigen Blättern und kugelig gehäuften, weißen oder weißlich-rötlichen Blüten. Die Handelsware enthält außer den Blättern stets Bestandteile der Blüten und zum Teil auch der Stengel.

Die Blätter des Majorans sind gestielt, eiförmig-länglich, ganzrandig, graugrün, kurzfilzig und drüsig punktiert; von dem mittleren Hauptnerv zweigen bogenförmig verlaufende Nebennerven ab.

Die Epidermis der Blattoberseite zeigt in Flächenansichten Zellen mit wellig verlaufenden Wänden und enthält ganz vereinzelt Spalt-

öffnungen (Abb. 654). Aus einem Teil der Oberhautzellen entspringen ziemlich dünnwandige, 1—3zellige, meist gebogene Haare mit verbreitertem Fuß und fast glatter Oberfläche. Außerdem trägt die Epidermis große, runde Drüsenschuppen, die in ähnlicher Form aber auch anderen Labiaten eigentümlich sind, sowie kleine Drüsenhaare mit 1—2zelligem Köpfchen.

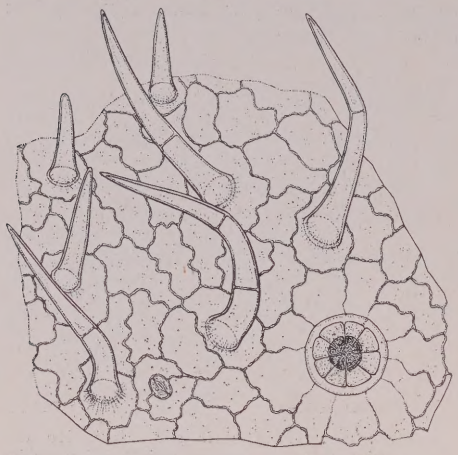


Abb. 654. Epidermis der Oberseite des Majoranblattes mit Haaren und Drüsenschuppe (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Die Epidermis der Blattunterseite ist ähnlich gebaut (Abb. 655); die Wände der Oberhautzellen sind jedoch stärker gebuchtet und die Spaltöffnungen weit zahlreicher. Die der Unterseite des Blattes entspringenden, meist 3—4zelligen Haare sind größer und haben eine warzig-geriefte Oberfläche.

Majoranverfälschungen.

Majoran wird sehr häufig durch Zusatz anderer Blätter verfälscht. Die wichtigsten Fälschungsmittel sind die Blätter von *Cornus sanguinea* L., *Coriaria myrtifolia* L., *Cistus albidus* L., *C. salvifolius* L. und *Althaea officinalis* L.

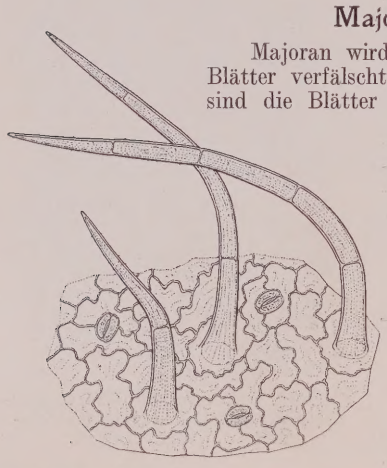


Abb. 655. Epidermis und Haare der Unterseite des Majoranblattes (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

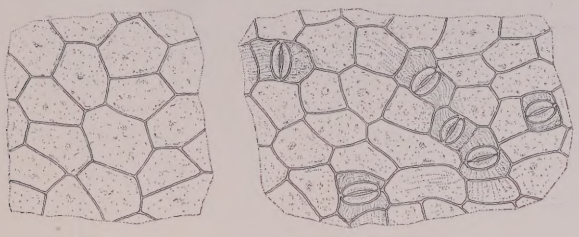
Cornus sanguinea L.

Die Blätter des zur Familie der Cornaceen gehörenden Hartriegels tragen auf beiden Seiten eigenartig ausgebildete, einzellige Haare, die sich am besten als T-förmig oder zweiarmig bezeichnen lassen; sie bestehen aus einem kurzen Stiel und zwei parallel zur Blattoberfläche verlaufenden, sich nach den Enden zu gleichmäßig verjüngenden Teilen mit derber, höckerig-knotiger Membran.

Coriaria myrtifolia L.

Die Blätter des Gerberstrauches oder Myrtensumachs, *Coriaria myrtifolia* L. (Fam. Coriariaceae), die als provençalischer Sumach ein wichtiges Gerb- und Färbemittel sind, werden häufig zur Majoranverfälschung benutzt; wegen eines in ihnen enthaltenen giftigen Glykosids,

des Coriamyrtin, erscheint der Zusatz von Sumachblättern auch vom gesundheitlichen Standpunkt aus bedenklich. Die Blätter sind eiförmig-lanzettlich, spitz, ganzrandig und haben außer den Hauptnerven zwei im Bogen nach der Spitze verlaufende große Seitennerven; die Oberfläche ist glatt und haarlos. Wird verdächtiges Majoranpulver auf Eisenchloridlösung gestreut, so färben sich etwa vorhandene Bruchstücke von Sumachblättern wegen ihres Gerbstoffgehaltes tief schwarz.



Blattoberseite *Blattunterseite*

Abb. 656. Oberhaut des Myrtensumach-Blattes (*Coriaria myrtifolia* L.) in Flächenansichten. Vergr. 200fach.

Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus ziemlich großen, polygonalen, isodiametrischen Zellen mit geraden, sehr fein getüpfelten Wänden (Abb. 656, links). Spaltöffnungen finden sich im allgemeinen nur auf der Blattunterseite; sie werden von Nebenzellen begleitet, die parallel zu den Schließzellen angeordnet sind. Ein besonders wichtiges Merkmal der *Coriaria*-Blätter liegt in der auffallenden Cuticularstreifung der Nebenzellen und der sonstigen in der Nähe der Spaltöffnungen liegenden Oberhautzellen (Abb. 656, rechts). Haare fehlen.

Cistus.

Die Blätter von *Cistus albidus* L. und *C. salvifolius* L. (Fam. Cistaceae) dienen zur Verfälschung des Sumachs und werden meist zusammen mit den vorstehend beschriebenen Blättern von *Coriaria* auch zur Majoranverfälschung benutzt. Der aus polygonalen Zellen mit schwach getüpfelten Wänden bestehenden Oberhaut, die nur auf der Blattunterseite Spaltöffnungen trägt, entspringen auf beiden Blattseiten 3 verschiedene Arten von Haaren (Abb. 657):

sehr große, vielzellige Sternhaare mit strahlig angeordneten Seitenarmen;

große, vielzellige Drüsenhaare von Keulen- oder Flaschenform: der untere, breitere Teil besteht aus scheibenförmigen, der schlanke Halsteil aus länglichen Zellen;

kleine Drüsenhaare mit wenigzelligem Stiel und ovalem Köpfchen.

Die Drüsenhaare bilden ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal von den Blättern anderer Pflanzen, die wie *Althaea* ebenfalls vielzellige Büschel- oder Sternhaare besitzen.

Den Blattstücken von *Cistus* haften vielfach große, rundliche, fein punktierte, stachellose Pollenkörner an; daneben finden sich oft auch

anders aussehende Pollenkörner, die nicht zu *Cistus* gehören. Bruchstücke der Blätter färben sich in starker Kalilauge beim Erhitzen schwarz.

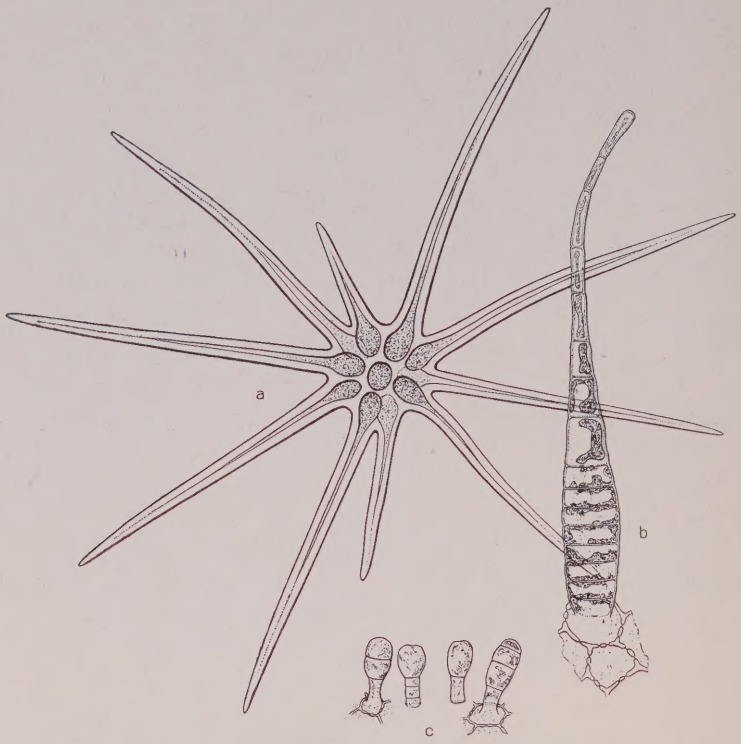


Abb. 657. Sternhaar und Drüsenhaare von *Cistus albidus* L. a Sternhaar. b Großes Drüsenhaar. c Kleine Drüsenhaare. Vergr. 200fach.

Althaea officinalis L.

Die großen Blätter des Eibisch, *Althaea officinalis* L. (Fam. Malvaceae), sind gestielt, undeutlich 3—5lappig und grob gekerbt bis gesägt; die graufilzig erscheinende Oberfläche trägt in großer Menge die aus wenigen oder zahlreichen Einzelhaaren zusammengesetzten Büschelhaare, die sich von *Cistus*-Haaren durch ihre unregelmäßige, mehr borstenartige als sternförmige Anordnung sowie dadurch unterscheiden, daß der in die Epidermis eingesenkte Fußteil jeder Zelle deutlich getüpfelt ist (Abb. 658). Außer den Büschelhaaren finden sich kleine, kurzgestielte Drüsenhaare mit mehrzelligem, tonnenförmigen Köpfchen. Als weitere Merkmale seien die stets vorhandenen, besonders großen und stark gestachelten Pollenkörner des später (S. 344, Abb. 702) beschriebenen Malvaceentypus, sowie die in Tuschepräparaten leicht nachweisbaren Schleimzellen der Epidermis und die zahlreichen Oxalatdrusen des Mesophylls erwähnt.

Weitere Majoranverfälschungen.

Die Zahl der Fälschungsmittel ist mit den vorstehend beschriebenen Blättern nicht erschöpft; als weitere Zusätze zu Majoran sind u. a. die Blätter folgender Pflanzen festgestellt:

Rubus-Arten (derbe Borsten- und Spitzhaare, kleine Drüsenhaare, Einzelkristalle oder Kristalldrusen im Palisadenparenchym, vgl. S. 207).

Picris spinulosa Bertol. (große, vielzellige Borstenhaare mit Widerhakenzellen an der Spitze).

Tilia tomentosa Moench. (8-zellige Sternhaare, lange Einzelhaare, kleine eiförmige Drüsenhaare, Schleimzellen).

Platanus orientalis L. (Kandelaberhaare mit wirtelig ansitzenden Seitenzellen, bei älteren Blättern Oberhautgewebe mit Haarnarben).

Citrus aurantium L. (Sekretbehälter, große Einzelkristalle, keine Haare).

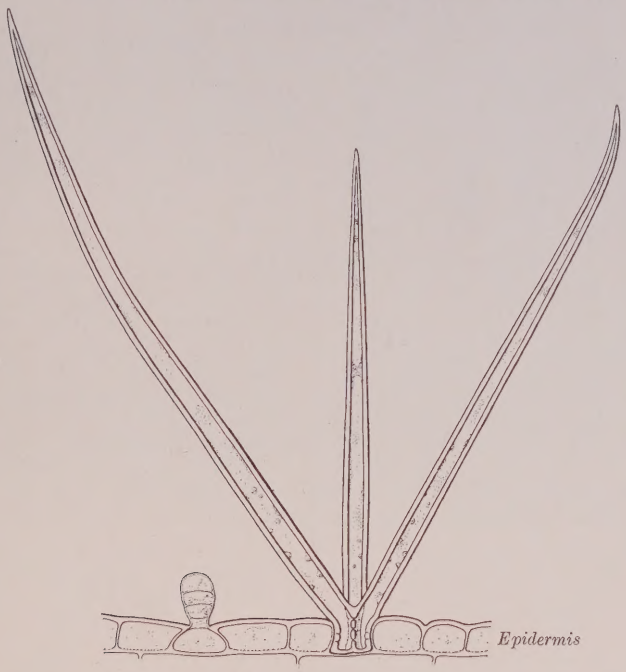


Abb. 658. Drüsenhaar (links) und mehrzelliges Büschelhaar von *Althaea officinalis* L. Vergr. 200fach.

Kretischer Dost.

Der Kretische Dost (Herba Origani cretici) stammt von *Majorana Onites* (L.) Benth. (Fam. Labiatae). Die Handelsware, die aus den getrockneten Zweigenden und Blütenständen besteht, riecht und schmeckt majoranartig.

Die Blüten des kretischen Dostes haben eirunde, gewimperte Deckblätter mit weißem Haarfilz und eine zweilippige, weiße Blumenkrone; besonders charakteristisch ist der einlippige, tutenförmige Kelch.

Zweige und Blätter des kretischen Dostes sind mit einem dichten Filz von Haaren bedeckt. Außer Drüsenschuppen sind in großer

Zahl lange, meist vielzellige Gliederhaare und vor allem Drüsenhaare entwickelt (Abb. 659). Diese sind sehr merkwürdig gebaut und unverkennbar; die unterste Zelle ist sehr groß, stark gestreckt und bis auf ein schmales Lumen, das kleine längliche Kristalle enthält, völlig verdickt. Die Basalzelle bildet also einen derben, hohen Sockel, auf dem das eigentliche, sehr zarte Drüsenhaar mit wenigzelligem Stiel und kugeligem Köpfchen sitzt.

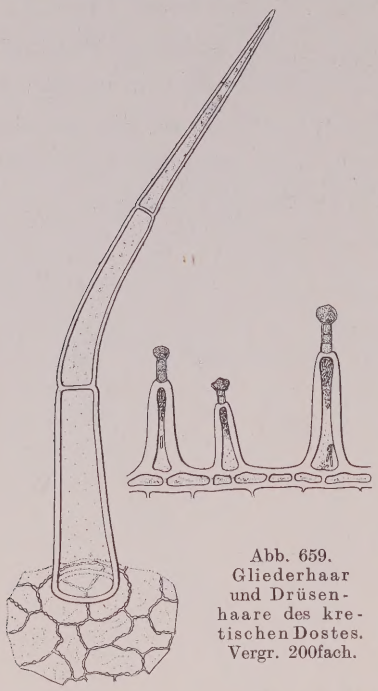


Abb. 659. Gliederhaar und Drüsenhaare des kretischen Dostes. Vergr. 200fach.

Bohnenkraut.

Das Bohnenkraut oder Pfefferkraut, *Satureja hortensis* L. (Fam. Labiatae), stammt aus Südeuropa und wird bei uns als Küchengewürz angebaut. Die lineal-lanzettlichen Blätter sind bis zu 3 cm lang, an der Basis stielartig verschmälert, oben zugespitzt, ganzrandig und beiderseits drüsig punktiert. Die Epidermis ist auf beiden Blattseiten gleich gebaut; ihre Zellen sind groß und haben sehr stark gewellte, undeutlich getüpfelte Radialwände; die zahlreichen kleinen Spaltöffnungen sind von ungleich ausgebildeten Nebenzellen eingeschlossen (Abb. 660). Aus der Oberhaut entspringen verschieden große, 1—2-, selten 3- oder mehrzellige, sich nach der Spitze gleichmäßig verjüngende Haare mit meist derber und feinwarziger Wand.

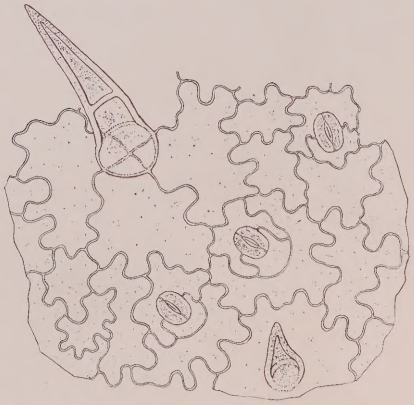


Abb. 660. Epidermis der Blattoberseite des Bohnenkrautes (Flächenansicht). Vergr. 200fach.

Abb. 661. Haar von der Stengeloberfläche des Bohnenkrautes. Vergr. 200fach.

Die Ansatzstellen der größeren Haare liegen meist in der Mitte von vier kreuzweis angeordneten Oberhautzellen. Außer den Gliederhaaren kommen große, versenkt liegende Drüsenschuppen und vereinzelte Köpfchenhaare mit kurzem Stiel und kuglig-ovalem Köpfchen vor.

Die Epidermiszellen der Stengelteile sind gestreckt und haben deutlich getüpfelte Seitenwände. Die aus ihnen entspringenden, abwärts gerichteten Haare haben einen abweichenden Bau (Abb. 661); sie sind ebenfalls 2—3zellig, aber gekrümmt, größer und plumper; ihre Endzellen sind nicht schmaler als die Basalzellen, sondern keulenförmig angeschwollen und an der Spitze fein bewarzt.

Thymian.

Der im Mittelmeergebiet heimische, bei uns häufig als Gewürzkraut gezogene und auch feldmäßig angebaute Thymian, *Thymus vulgaris* L. (Fam. Labiatae), hat kleine sitzende oder kurzgestielte, lineale bis lanzettliche, leicht grau behaarte Blätter mit zahlreichen dunklen Drüsen und stark zurückgerolltem Rand.

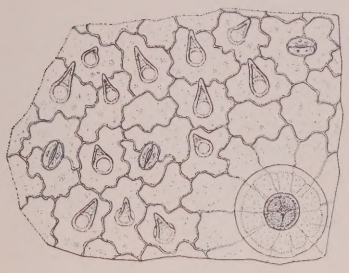


Abb. 662. Epidermis der Blattoberseite des Thymians mit kurzen Papillenhaaren und Drüsenschuppe (rechts). Vergr. 200fach.

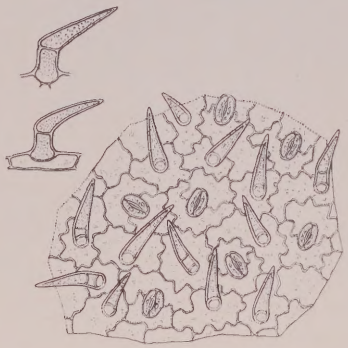


Abb. 663. Epidermis der Blattunterseite (rechts) und Haare von den Blattnerven (links oben) des Thymians. Vergr. 200fach.

Die deutlich gewellten Epidermiszellen der Blattoberseite enden vielfach in meist 1zelligen, kurzen, konischen oder zahnförmigen Härchen (Abb. 662); die Oberhautzellen der Blattunterseite tragen etwas größere, meist 1—2-, selten 3zellige, zuweilen knieförmig gebogene Haare mit körniger Cuticula (Abb. 663). Spaltöffnungen finden sich fast nur auf der Blattunterseite, sie werden von zwei, die Schließzellenhälften umfassenden Nebenzellen begleitet. Beide Blattseiten besitzen weiter außer vereinzelten kleinen Haaren mit 1—2zelligem Stiel und birnenförmigem Köpfchen große, rundliche, etwas versenkt liegende Drüsenschuppen.

Im Thymianpulver werden außer Blattstücken die zartzelligen Gewebe der Blüten, insbesondere der blaßrötlichen Krone, sowie die Trümmer von Stengelteilen angetroffen; diese sind durch zahlreiche, derbwandige Gliederhaare mit scharfer, knieförmiger Biegung charakterisiert, die in ähnlicher Ausbildung auch an den Nerven und Stielen der Blätter vorkommen (Abb. 663, links oben).

Salbei.

Die Blätter der im Mittelmeergebiet heimischen und bei uns oft angebauten Salbeipflanze, *Salvia officinalis* L. (Fam. Labiatae), sind gestielt, eiförmig-länglich und haben einen fein gekerbten Rand; die feingeaderte, oberseits höckerig-runzlige, unterseits grubige Blattfläche ist bei jungen Blättern durch starke Behaarung weiß- bis graufilzig; an älteren, mehr grünlichen Blättern sind fast nur noch die Nerven behaart.

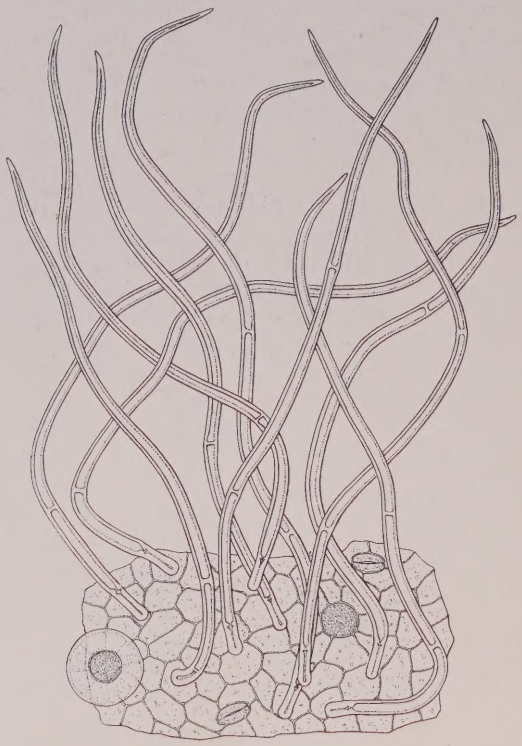


Abb. 664. Epidermis der Blattoberseite des Salbeiblattes (Flächenansicht) mit Gliederhaaren und Drüsenschuppe (links). Vergr. 200fach.

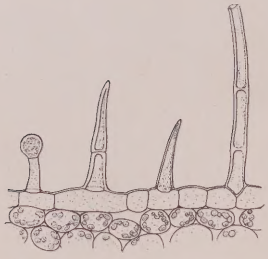


Abb. 665. Blattunterseite des Salbeiblattes (Querschnitt) mit kleinem Drüsenhaar (links) und Gliederhaaren. Vergr. 200fach.

Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus polygonalen, die der Unterseite aus stärker gebuchteten Zellen; beide Blattseiten, vor allem die untere, zeigen Spaltöffnungen. Außer großen, kreisförmigen Drüsenschuppen und kleinen Drüsenhaaren mit einzelligem Stiel und meist einzelligem, kugeligem Köpfchen finden sich auf beiden Blattseiten

in großer Zahl lange, derbwandige, 2—5zellige Gliederhaare mit verlängerter Endzelle und oft stärker verdickter, basaler Zelle; vereinzelt kommen auch einzellige und dann dünnwandige Haare vor (Abb. 664 u. 665).

Beifuß.

Der bei uns wildwachsende Beifuß, *Artemisia vulgaris* L. (Fam. Compositae), hat gestielte, einfach bis doppelt fiederspaltige Blätter mit schwach gesägten Zipfeln (Abb. 666); die Blattoberseite ist kahl und dunkelgrün, die Unterseite dicht seidig behaart.

Abb. 666. Blatt von *Artemisia vulgaris* L. (Selbstdruck). Nat. Gr.

Die Haare der Blattunterseite geben das wichtigste mikroskopische Merkmal ab; sie bestehen aus einem kurzen, wenigzelligen Stiel, der oben eine nach zwei Seiten quer angesetzte, überaus lange, peitschenförmige Endzelle trägt (Abb. 667). Außerdem finden sich vereinzelt Etagendrüsen. Spaltöffnungen liegen nur in der Epidermis der Blattunterseite (Abb. 667).

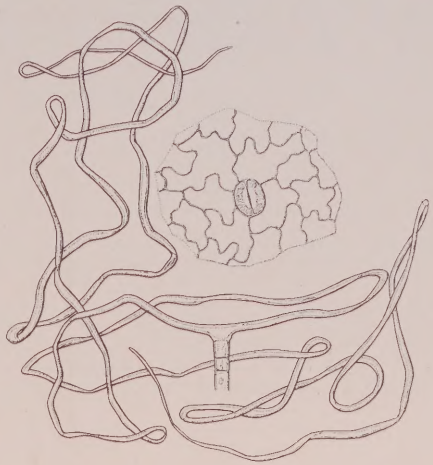


Abb. 667. Ein Haar und Epidermisstück von der Blattunterseite des Beifußblattes. Vergr. 200fach.

Die Blätter des im westlichen Mittelmeergebiet heimischen Wermuts, *Artemisia Absinthium* L., werden nicht als Gewürz, sondern wegen ihres aromatischen Geruches und bitteren Geschmackes vor allem zur Likörfabrikation verwendet. Sie haben eine graugrüne Oberseite und eine silbergraue Blattunterseite. Die aus der Epidermis in großer Zahl entspringenden Haare sind ähnlich gebaut wie beim Beifuß, jedoch ist die wagerecht liegende Endzelle weit kürzer und auch breiter (Abb. 668).

Estragon.

Der Estragon, *Artemisia Dracunculus* L. (Fam. Compositae), ist ein aus Südrußland stammendes Küchengewürz mit kahlen, lanzettlichen bis lineal-lanzettlichen, stachelspitzigen Blättern. Blattober- und -unterseite

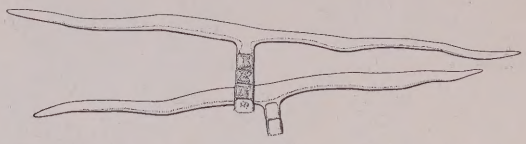


Abb. 668. Haare des Absinthblattes. Vergr. 200fach.

weisen annähernd gleichen Bau auf; die leicht abziehbare Epidermis besteht aus verhältnismäßig großen Zellen mit gewellten Wänden (Abb. 669). Die eingestreuten Spaltöffnungen haben 3—4 Nebenzellen. Als besonderes Merkmal ist die deutliche, meist nach den Spaltöffnungen zu verlaufende

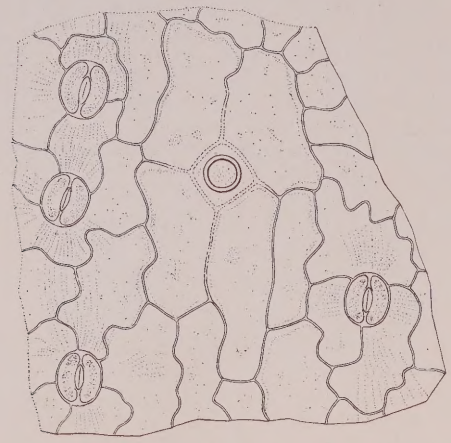


Abb. 669. Epidermis der Unterseite des Estragon-Blattes (Flächenansicht) mit Cuticularstreifung, Spaltöffnungen und Ansatzstelle eines Drüsenhaares. Vergr. 200fach.

Cuticularstreifung zu erwähnen. Außerdem fallen kreisförmige Ansatzstellen von Drüsenhaaren auf, die strahlig von meist 4 großen Epidermiszellen eingerahmt sind. Die Drüsenhaare selbst sind mehrzellig und von ovaler Form, bei älteren Blättern jedoch meist abgefallen.

XI. Speisepilze.

Die Fruchtkörper verschiedener Arten höherer Pilze werden als Speisepilze oder Schwämme gesammelt und verwendet. Botanisch gehören sie zum Teil den Schlauchpilzen oder Ascomyceten, zum größeren Teil den Basidienpilzen oder Basidiomyceten an. Von den ersten kommen vor allem Trüffel-Arten und Morcheln, von den Basidiomyceten Champignon, Milchlinge, Steinpilze und verwandte Arten in Betracht.

Alle eßbaren Pilze sind aus schlauchförmigen Zellen oder Hyphen aufgebaut, die oft so eng verflochten sind, daß dadurch der Eindruck parenchymatischer Gewebe (Pseudoparenchym) erweckt wird. Die Membranen der pilzlichen Zellen geben im allgemeinen keine Zellulosereaktion, sondern bestehen aus chitinartigen Substanzen.

Die Fortpflanzung der Pilze erfolgt durch Sporen, deren Entstehungsart und Form neben den allgemeinen Bauverhältnissen der Fruchtkörper für die Klassifizierung und den mikroskopischen Nachweis der Pilze von Wichtigkeit sind. Bei den Ascomyceten werden die Sporen meist in 8-Zahl endogen in Schläuchen oder Asci, bei den Basidiomyceten meist in 4-Zahl exogen an besonderen Zellen oder Basidien entwickelt.

Trüffelpilze.

Als Trüffeln werden die unterirdischen, knollenförmigen Fruchtkörper verschiedener zu den Familien der Tuberaceae und der Terfeziaceae gehörenden Ascomyceten bezeichnet. Die wichtigste und edelste Art ist die französische oder Perigordtrüffel, *Tuber melanosporum* Vitt. (= *T. brumale* f. *melanosporum* Vitt.); sie kommt vor allem in Südfrankreich, im Elsaß, in Baden und Norditalien vor und findet kaum als Speisepilz, vielmehr wegen ihres aromatischen Geschmackes als Gewürz Verwendung.

Die Fruchtkörper der Perigordtrüffel haben Kartoffelgröße, aber eine unregelmäßigere Form und sind von einer violett-schwärzlichen, etwa 1 mm starken Oberhaut mit flachen Warzen bedeckt (Abb. 670). Schnitte durch den Fruchtkörper zeigen ein violett-schwarzes, durch labyrinthartig verlaufende, weißliche, rotgerandete Adern marmoriertes Fleisch; die helleren Streifen entsprechen Mycelsträngen, die dunkleren Flächen den gehäuft liegenden und in Hyphengewebe eingebetteten Asci, deren jeder 4 Ascosporen enthält (Abb. 671). Die großen, bis 45 μ langen, elliptischen und schwärzlichen Ascosporen haben eine dicht mit Stacheln besetzte Oberfläche. Form und Anordnung der Sporen sind so charakteristisch, daß der Nachweis der Perigordtrüffel auch in kleinen Bruchstücken leicht und sicher zu erbringen ist. Die Sporen der nah verwandten Wintertrüffel (*Tuber brumale* Vitt.) sind etwas kleiner und braun.

Die deutsche oder Sommertrüffel, *Tuber aestivum* Vitt., deren Verbreitungsgebiet weiter nördlich heraufgeht, ist wegen ihres geringeren Aromas weniger geschätzt. Im Gegensatz zur Perigordtrüffel wird sie nicht im Winter, sondern meist im Herbst gesammelt. Im Aussehen unterscheidet sie sich von dieser durch die Oberhaut, welche größere,

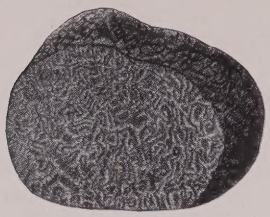


Abb. 670. Perigord-Trüffel (mit Schnittfläche). Nat. Gr.

Abb. 671. Asci und Ascosporen der Perigordtrüffel. Vergr. 200fach.

erhabene und stärker polyedrische Warzen besitzt (Abb. 672), sowie dadurch, daß ihr Fleisch meist heller braun und von ziemlich breiten, weißlichen, oft verzweigten Adern durchsetzt ist. Mikroskopisch ist die Sommertrüffel an den Sporen zu erkennen; diese haben etwa die gleiche Größe wie die der Perigordtrüffel, sind aber gelb-braun und tragen statt der Stacheln ein weitmaschiges Leistennetz (Abb. 673).

Fruchtkörper anderer *Tuber*-Arten kommen weit seltener vor, dagegen haben die zu der nah verwandten Familie der Terfeziaceen gehörende Weiße Trüffel und die Afrikanische Trüffel eine gewisse Bedeutung und teilweise starke Verbreitung. Beide unterscheiden sich von *Tuber* durch das Vorhandensein von 8 Ascosporen in jedem Ascus.

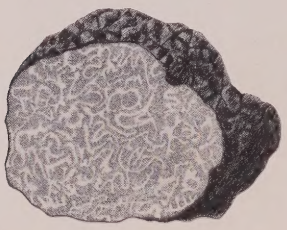


Abb. 672. Sommer-Trüffel (mit Schnittfläche). Nat. Gr.

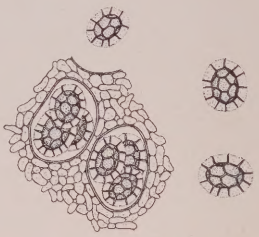


Abb. 673. Asci und Ascosporen der Sommertrüffel. Vergr. 200fach.

Die Weiße Trüffel, *Choiromyces maeandriformis* Vitt., ist von Norditalien über Deutschland, einschließlich Ostdeutschland, bis Rußland und England verbreitet. Ihr Fleisch ist weißlich und enthält stark geschlängelte und verschlungene, gelblich-braune Adern. Die in 8-Zahl in den reihenförmig angeordneten Asci liegenden Sporen sind halb so groß wie die der erwähnten *Tuber*-Arten, hellbraun, kugelig und mit weitläufig stehenden, stachelartigen Stäbchen besetzt.

Im Mittelmeergebiet, besonders in Algier, ist die Afrikanische Trüffel oder Terfaz, *Terfezia Leonis* Tul., überaus stark verbreitet und

kommt von hier in getrocknetem Zustande auch zu uns. Ihre hellbraunen Fruchtkörper sind kugelig und haben ein weißliches, in reifem Zustande braun gefleckte Fleisch. Die kugeligen Sporen sind bis 20 μ groß, gelblich und stachelig-warzig; sie liegen zu je 8 in den ballenförmig gruppierten Asci. Die Handelsware besteht meist aus unreifen Fruchtkörpern, die Schläuche verschiedener Altersstadien, vor allem solche mit kleinen, noch nicht völlig entwickelten Sporen enthalten (Abb. 674).

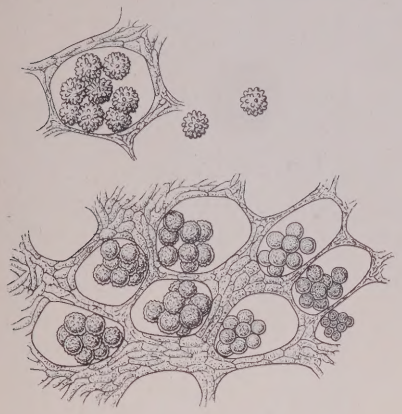


Abb. 674. Asci und Ascosporen der afrikanischen Trüffel, reife (oben) und unreife Sporen (unten). Vergr. 200fach.

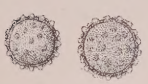
Vergr. 200fach

Vergr. 1000fach

Abb. 675. Sporen der Schweinetrüffel (*Rhizopogon rubescens* Tul.). Vergr. 200- und 1000fach.

Als Trüffelersatz finden zuweilen die Fruchtkörper einiger zu den Basidiomyceten gehörenden Pilze, der Schweinetrüffel, *Rhizopogon rubescens* Tul. (Fam. Hymenogastraceae), des Erbsenstreulings, *Pisolithus arenarius* Alb. et Schw. (Fam. Pisolithaceae) und des Kartoffelbovistes, *Scleroderma vulgare* Hornem. (Fam. Sclerodermataceae) Verwendung; sie sind im Gegensatz zu den echten Trüffelarten nicht aromatisch. *Scleroderma* ist außerdem im Hinblick auf seine gesundheitsschädlichen Wirkungen zu beanstanden.

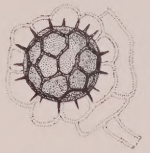
Vergr. 200fach



Vergr. 1000fach

Abb. 676. Sporen des Erbsenstreulings (*Pisolithus arenarius* Alb. et Schw.). Vergr. 200- und 1000fach.

Vergr. 200fach



Vergr. 1000fach

Abb. 677. Sporen des Kartoffelbovistes, *Scleroderma vulgare* Hornem. Vergr. 200- und 1000fach.

Die Schweinetrüffel hat kleine bis walnußgroße Fruchtkörper, deren Fruchtfleisch zunächst weißlich und fest ist, dann aber in eine dunkle schleimige Masse zerfließt. Die länglich-ellipsoidalen Sporen sind sehr klein (5—7 μ), ungestielt, farblos und haben eine glatte Wand (Abb. 675).

Pisolithus arenarius Alb. et Schw. hat fast eigroße, kuglig-knollige Fruchtkörper mit kurzem Stiel, die bei der Reife in erbsengroße, umhäutete Kammern zerfallen, welche die Sporen enthalten; diese sind röt-

lichbraun, etwa 10 μ groß, kuglig und mit rundlichen Warzen versehen (Abb. 676).

Der Hart- oder Kartoffelbovist hat eine schmutzig-weiße bis bräunliche, gefelderte Oberfläche und einen bläulich schwarzen, von feinen, weißlichen Fäden durchzogenen Inhalt. Die kugeligen Sporen sind 10—15 μ groß, tief dunkelbraun und mit grober Maschenfelderung der Membran versehen; besonders charakteristisch sind die den Sporen stets anhängenden, oft kranzförmig angeordneten, farblosen Mycelreste (Abb. 677).

Morcheln und Lorcheln.

Morcheln und Lorcheln gehören den Ascomyceten (Fam. Helvellaceae) an; sie haben einen gestielten Fruchtkörper, der bei der Morchel als kugeliger bis kegelförmiger Hut mit netzförmigen Rippen, bei der Lorchel als unregelmäßig gelappter Körper mit glatter Oberfläche ausgebildet ist.

Abb. 678. Morchel. Schwach verkleinert.

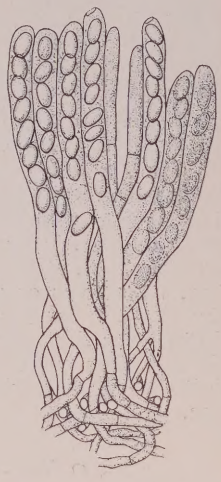


Abb. 679. Asci und Ascosporen aus dem Hymenium der Morchel. Vergr. 200fach.

Die Speisemorchel, *Morchella esculenta* L., trägt auf einem hohlen Stiel einen ebenfalls hohlen, rundlichen oder länglichen Hut, dessen Oberfläche unregelmäßige, durch Rippen begrenzte Gruben aufweist (Abb. 678). Querschnitte zeigen, daß die Außenfläche als Hymenium entwickelt und von palisadenförmig angeordneten Asci bedeckt ist (Abb. 679). Jeder Ascus enthält 8 ellipsoidale, etwa 20 μ große, glattwandige Ascosporen von gelblich-weißlicher Farbe, die durch eine feine Öffnung am Scheitel des Schlauches frei werden.

Das mikroskopische Bild der anderen *Morchella*-Arten, *Morchella conica* Pers., *M. elata* Pers., sowie der Faltenmorcheln oder Lorcheln (*Helvella esculenta* Pers., *H. crispa* Scop.) ist demjenigen der Speiselorchel recht ähnlich; die Sporen der Lorchelarten sind zum Teil etwas kleiner.

Champignon.

Zu den verbreitetsten und am meisten geschätzten Speiseschwämmen gehört der Feldchampignon, *Psalliota campestris* L., der sowohl im Freien gesammelt wie auch im großen kultiviert wird. Junge Champignons bilden weiße Knöllchen mit undeutlicher Differenzierung von Hut und

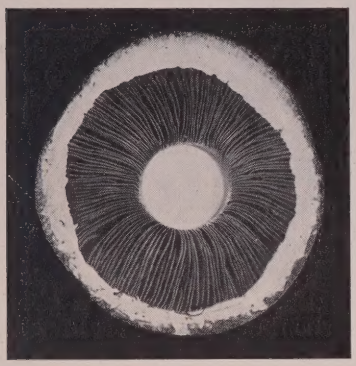


Abb. 680. Feldchampignon, Unterseite des Hutes. Schwach verkleinert.

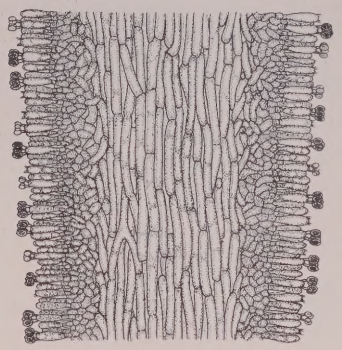


Abb. 681. Querschnitt durch eine Lamelle des Feldchampignons mit Basidiosporen. Vergr. 200fach.

Stiel, ältere zeigen große, flache bis halbkugelige Hüte, die auf der Unterseite strahlig vom Stiel nach dem Rande zu verlaufende Lamellen tragen (Abb. 680). Die Farbe der Lamellen ist bei jungen Pilzen blaßrosa und geht mit zunehmendem Alter in ein sattes Schwarzbraun über.

Der Champignon gehört zur Familie der Blätterpilze oder Agaricaceae, also zu denjenigen Basidiomyceten, bei denen das sporenerzeugende Gewebe oder Hymenium die Oberfläche von Lamellen bedeckt. Querschnitte durch eine solche Lamelle zeigen in der Mitte gestreckte Hyphen; diesen sitzt nach außen ein kleinzelliges Pseudoparenchym auf, aus dem die palisadenförmig angeordneten Basidien hervorgehen (Abb. 681). Jede Basidie trägt an 4 kleinen Stielchen oder Sterigmen 4 kleine, elliptische Sporen mit brauner Membran und einem kleinen, seitlichen Fortsatz (Abb. 682). Das mikroskopische Bild des nahe verwandten Schafchampignons, *Psalliota arvensis* Schäff., ist fast gleich.

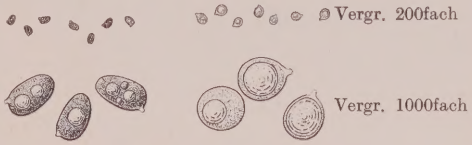


Abb. 682. Sporen des Champignons (links) und des Knollenblätterschwammes (rechts). Vergr. 200- und 1000fach.

Der Champignon wird häufig mit dem höchst giftigen, ebenfalls zur Familie der Agaricaceen gehörenden Knollenblätterschwamm verwechselt; die überwiegende Mehrzahl aller Todesfälle durch Pilzvergiftungen ist auf solche Verwechselungen zurückzuführen. In Frage kommen der

weiße, der gelbliche und der grüne Knollenblätterpilz (*Amanita verna* Bull., *A. mappa* Batsch., *A. phalloides* Fr.). Äußerlich unterscheiden sich die Knollenblätterpilze vom Champignon vor allem durch weiße Lamellen, sowie durch die umscheidete, dicke, kugelige Knolle, aus welcher der besonders schlanke Stiel hervorgeht.

Die Knollenblätterschwämme besitzen fast kugelige, farblose Sporen (Abb. 682), die sich leicht von den länglich-eiförmigen, dunklen Sporen des Champignons unterscheiden lassen. Bei der mikroskopischen Diagnose auf Knollenblätterschwamm ist zu berücksichtigen, daß die übrigen *Amanita*-Arten: der Fliegenpilz (*A. muscaria* L.), der Pantherpilz (*A. pantherina* DC.) und der Perlpilz (*A. rubescens* Fries) den gleichen mikroskopischen Bau und ebenfalls farblose Sporen aufweisen.

Pfifferling.

Abb. 683. Sporen des Pfifferlings. Vergr. 200- und 1000fach.

Der Pfifferling, *Cantharellus cibarius* Fries (Fam. Agaricaceae, Basidiomyceten) ist einer der verbreitetsten Speisepilze. Die dottergelben Fruchtkörper haben Trichterform und leistenartige, wiederholt gabelig geteilte und am Stiel herablaufende Lamellen.

Die Sporen des Pfifferlings sind bis 10 μ lang, farblos, eiförmig, mit einer abgeflachten Seite und mit Öltröpfchen im Innern (Abb. 683).

Milchpilze und Täublinge.

Auch die Milchpilze (*Lactarius*-Arten) und Täublinge (*Russula*-Arten) gehören der Familie der Agaricaceae (Basidiomyceten) an. Die

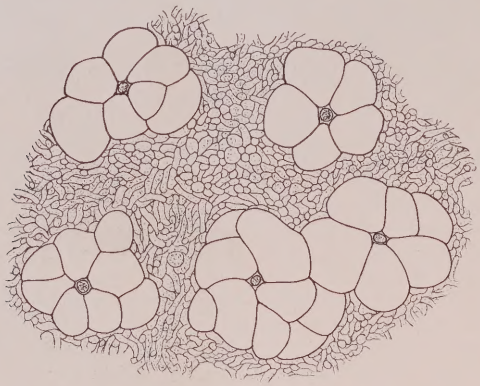


Abb. 684. Pseudoparenchym und Rosettenzellen aus dem Stiel des echten Reizkers. Vergr. 200fach.

Milchpilze, Milchlinge oder Reizker sind dadurch ausgezeichnet, daß bei Verletzungen des Fruchtkörpers weißer oder farbiger Milchsaft

hervorquillt. Unter den eßbaren Milchlingen ist der echte Reizker, *Lactarius deliciosus* L., ein sehr geschätzter Speisepilz, der am sichersten an dem ziegelroten bis gelbroten Milchsaft erkannt wird. Die meist lebhaft gefärbten Täublinge haben starre, weiße, am Stiel nicht herablaufende Lamellen, keinen Milchsaft und brüchiges Fleisch; sie enthalten im Speise-Täubling (*Russula vesca* Fries), im Blaßgrünen Täubling (*R. virescens* Schäff.), Grünen Täubling (*R. aeruginea* Lindb. = *R. graminicolor* [Secr.] Quél.) und anderen *Russula*-Arten gute Speisepilze; der Spei-Täubling (*R. emetica* [Schäff.] Pers.) und andere scharf schmeckende Arten gelten als giftig.

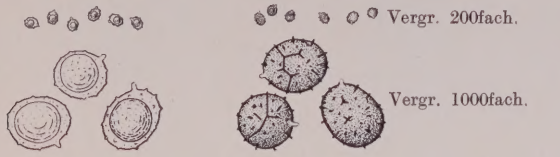


Abb. 685. Sporen des echten Reizkers; links in Wasser, rechts in Chlorzinkjod.

Mikroskopisch sind sowohl Milchpilze wie Täublinge daran zu erkennen, daß die Gewebe aus zwei ganz verschiedenartigen Gruppen von Pilzzellen aufgebaut werden: aus langen, typischen Hyphen, die in üblicher Weise miteinander verflochten sind, und aus gruppenförmig angeordneten, großen, rundlichen Rosettenzellen (Abb. 684). Zwischen diesen verlaufen Milchröhren, die aber nur bei den *Lactarius*-Arten Milchsaft führen.

Auch die farblosen oder gelblich gefärbten Sporen bieten einige Besonderheiten (Abb. 685). Beim echten Reizker sind die Sporen rundlich bis kurz elliptisch und haben eigenartige Leistenstacheln. Besonders charakteristisch ist ihr Aussehen in Chlorzinkjod; die Sporenmembran, insbesondere die Leistenstacheln, geben Zellulosereaktion und färben sich deshalb violett. Auch die Sporen der anderen *Lactarius*- und *Russula*-Arten haben meist Leisten- oder Warzenstacheln.

Steinpilze.

Der Steinpilz, Herrenpilz oder Edelpilz (*Boletus edulis* Bull.) ist wohl der wichtigste Marktpilz und wird wegen seines Geschmackes besonders geschätzt. Die *Boletus*-Arten gehören zur Familie der Löcherpilze oder Polyporaceae, bei denen die Unterseite des Fruchtkörpers feine, parallel angeordnete Röhren trägt (Abb. 686). Das Innere dieser „Poren" ist von einer Hymeniumschicht ausgekleidet, die aus radial angeordneten Basidien besteht; jede Basidie erzeugt 4 Basidiosporen, die spindelförmig sind und eine glatte, farblose Membran haben (Abb. 687).

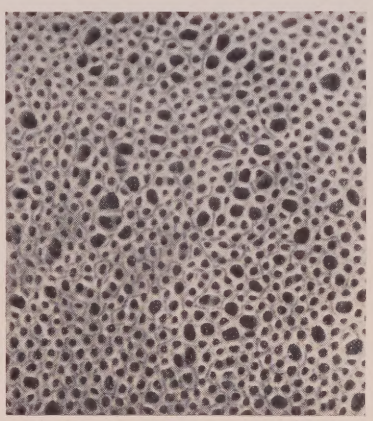


Abb. 686. Röhrenschicht des Steinpilzes. (Aufsichtsbild). Vergr. 5fach.

Eine ganze Anzahl nahe verwandter *Boletus*-Arten, so der Maronenpilz (*B. badius* Fries), Birkenpilz (*B. scaber* Bull.), Butterpilz (*B. luteus* [L.] Fries), Ziegenlippe (*B. subtomentosus* [L.] Fries) u. a.

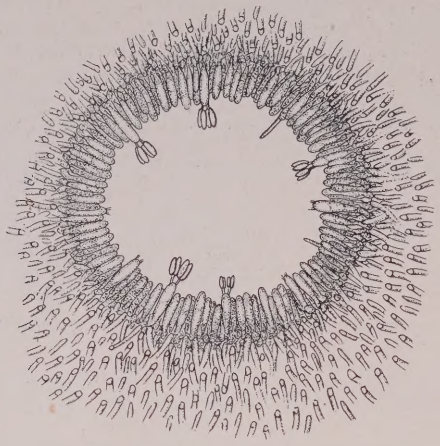


Abb. 687. Querschnitt durch eine Röhre des Steinpilzes. Vergr. 200fach.

sind ebenfalls ausgezeichnete Speisepilze, deren mikroskopische Merkmale mit denen des Steinpilzes weitgehend übereinstimmen. Wegen seines bitteren Geschmackes ungenießbar ist der dem Steinpilz vor allem in der Jugend recht ähnliche Gallenpilz (*B. felleus* Bull.).

Abb. 688. Sporen von *Boletus edulis* Bull. (links) und *B. felleus* Bull. (rechts). Vergr. 200- und 1000fach.

Die Sporen aller *Boletus*-Arten sind einander außerordentlich ähnlich; in Abb. 688 sind die Sporen von *Boletus edulis* und *B. felleus* gegenübergestellt; in frischem Zustande lassen sich die Sporen der letztgenannten Art allerdings durch das Vorhandensein schwach rostrot gefärbter Öltröpfchen von den Sporen des Steinpilzes unterscheiden.

Getrocknete Pilze.

In besonders pilzreichen Gegenden wird der Überschuß an gesammelten Pilzen getrocknet und so in den Handel gebracht; meist sind es Gemische verschiedener Pilze, auch wenn die Bezeichnung eine einheitliche Pilzart, z. B. getrocknete Steinpilze, angibt.

Der mikroskopischen Untersuchung muß eine sorgfältige Vorprüfung des in Wasser aufgequollenen Materials vorangehen; hierbei wird sich ohne Schwierigkeiten feststellen lassen, zu welcher größeren Pilzgruppe die einzelnen Stücke gehören, insbesondere, ob es Schlauchpilze, wie Morcheln, oder Blätterpilze, oder ob es Löcherpilze vom Typus der Steinpilze sind. Zur näheren Bestimmung wird sich die mikroskopische Prüfung nicht immer umgehen lassen; sie wird sich sowohl auf die Untersuchung der Sporen, die bei den einzelnen Pilzarten verschieden sind, als auch auf den Gewebebau erstrecken. Reizker und Täublinge sind an dem Vorhandensein von zwei verschiedenen Arten von Hyphengeweben von anderen Blätterpilzen zu unterscheiden. Liegen Blätterpilze mit hellen Lamellen und fast kugeligen, glatten, farblosen Sporen vor, besteht Verdacht auf *Amanita*-Arten. Bezüglich der Einzelheiten sei auf die obigen Ausführungen verwiesen.

Feucht gelagerte oder zu langsam getrocknete Pilze zeigen oft einen bedenklichen Besatz mit Schimmelpilzen, deren Erkennungsmerkmale bereits früher (S. 63) beschrieben sind.

Pilzpulver.

Aus getrockneten und zermahlenen Pilzen wird das als Suppen- und Tunkenwürze verwendete Pilzpulver hergestellt. Da die Gewebe meist stark zertrümmert sind, beschränkt sich die mikroskopische Prüfung hier auf die Untersuchung der reichlich anzutreffenden Sporen, deren Form, Farbe, Membranbeschaffenheit und Inhalt meist genügend Anhaltspunkte abgeben. Längliche, spindelförmige, helle Sporen mit glatter Wand weisen auf *Boletus*-Arten hin, farblose oder gelblich gefärbte mit Warzen- oder Leistenstacheln auf Milchpilze oder Täublinge, kleine elliptische, braune Sporen mit glatter Wand auf Champignons, farblose, fast kugelige, glattwandige auf *Amanita*-Arten, farblose, ovale Sporen mit einer abgeflachten Seite auf Pfifferlinge, größere, ellipsoidale Sporen auf Ascomyceten.

XII. Honig.

Durchführung der Untersuchung.

Bei der mikroskopischen Untersuchung von Honig wird es sich vielfach um die Herkunftsbestimmung, unter Umständen auch um die Beantwortung der Frage handeln, ob Natur- oder Kunsthonig vorliegt. In beiden Fällen ist der Nachweis der Pollenkörner von besonderer Wichtigkeit. Pollenkörner sind im Naturhonig stets vorhanden, da sie von den Bienen zusammen mit dem Nektar oder auch von nektarfreien Blüten eingetragen werden; sie können aber auch im Kunsthonig vorkommen, da diesem sehr oft echter Honig, vor allem amerikanischer Preßhonig, der sehr pollenreich ist, beigemengt wird. Bei Preßhonig wird der ganze Inhalt des Stockes ausgepreßt, während bei gutem deutschen Honig nur die Honigwaben Verwendung finden.

Der Nachweis des Pollens erfordert eine Vorbereitung des Untersuchungsmaterials. 1 Teil Honig wird kalt in 2 Teilen Wasser gelöst und das Gemisch auf 24 Stunden im Sedimentiergefäß (S. 10) gehalten. Hierbei setzen sich die schwereren Pollenkörner und etwaige Fremdkörper am Boden ab, von wo sie nach vorsichtigem Abschütten der Flüssigkeit entnommen werden. Leichtere Bestandteile, insbesondere Wachspartikelchen, sowie Pollenkörner mit Luftblasen, wie z. B. Nadelholzpollen, sammeln sich an der Oberfläche der Flüssigkeit an. Schneller als der Gebrauch des Sedimentiergefäßes führt Zentrifugieren der Probe zum Ziel; auch kann man den Honig mit einer größeren Menge Wasser versetzen, filtrieren und die auf dem Filter verbleibenden Rückstände auf Pollen und sonstige feste Bestandteile untersuchen.

Die mikroskopische Untersuchung muß stets in der gleichen Einschlußflüssigkeit erfolgen, da das Aussehen der Pollenkörner, insbesondere die Sichtbarkeit der diagnostisch wichtigen Keimporen und Keimfalten je nach den Einschlußmedien verschieden ist. Da zum Vergleich zweckmäßig Dauerpräparate von Pollen aus genau bestimmtem Pflanzenmaterial herangezogen werden, bei denen die Pollenkörner in Glyzerin-Gelatine liegen, empfiehlt es sich, auch die dem Sedimentiergefäß entnommenen oder durch Zentrifugieren bzw. Filtrieren gewonnenen Pollenkörner in Glyzerin-Gelatine zu untersuchen. Die der folgenden Beschreibung beigegebenen Abbildungen 689—718 sind ebenfalls nach Glyzerin-Gelatinepräparaten gezeichnet.

Beschreibung der wichtigsten, im Honig vorkommenden Pollenkörner.

Die Form der Pollenkörner ist für die einzelnen Pflanzen verschieden. Da aber verwandte Arten und häufig sogar die Vertreter ganzer Pflanzenfamilien durch große Ähnlichkeit der Pollenkörner ausgezeichnet sind, ist es oft nicht möglich, die Pflanzen selbst zu bestimmen; dagegen wird es meist gelingen, die Familien zu erkennen, denen die pollenliefernden Pflanzen angehört haben.

Im folgenden sind die wichtigsten, im Honig anzutreffenden Pollenkörner beschrieben; die dazu gehörigen Abb. 689—718 sind auf S. 344 u. 345 wiedergegeben. Die Anordnung ist nach botanisch-systematischen Gesichtspunkten erfolgt.

Familie	Beispiel	Hauptmerkmale der Pollenkörner
Coniferae	*Pinus silvestris* L. (Abb. 689)	2 seitliche Luftsäcke. Die Pollenkörner von *Picea* und *Abies* sind ähnlich, aber größer.
Fagaceae	*Castanea sativa* Mill. (Abb. 690)	klein, farblos, kugelig-ellipsoidal bis kugelig-dreieckig mit glatter Exine und 3 kleinen, rundlichen Keimporen.
Salicaceae	*Salix caprea* L. (Abb. 691)	rundlich ellipsoidal, gelbgrün, oft mit anhaftenden gelben Öltröpfchen. Exine mit sehr feinen Höckerchen, 3 Keimfalten.
Polygonaceae	*Fagopyrum esculentum* Moench (Abb. 692)	mittelgroß, kugelig-oval, mit grobkörnigem Inhalt, feinwarziger Exine und drei Keimfalten.
Ranunculaceae	*Ranunculus acer* L. (Abb. 693)	unregelmäßig kugelig bis eckig gerundet, goldgelb mit feinkörniger, fast glatt scheinender Exine und 3—4 wenig deutlichen Keimstellen.
Cruciferae	*Cardamine pratensis* L. (Abb. 694)	kugelig, gelblich, Exine mit feiner polygonaler Felderung. 3 Keimfalten.
	Brassica Napus L. (Abb. 695)	kugelig bis rundlich-eckig, mit überaus feinem Maschenwerk der Exine und 3 in Aufsicht oft undeutlichen Keimfalten.
Rosaceae	*Pirus Malus* L. (Abb. 696)	dreieckig, farblos, mit fast glatter Exine und 3 Keimfalten in den Ecken der Körner. Pollen anderer *Pirus*- und *Prunus*-Arten ähnlich gebaut.

Familie	Beispiel	Hauptmerkmale der Pollenkörner
Leguminosae	*Trifolium repens* L. (Abb. 697)	kugelig bis dreieckig gerundet, mit glatter, derber Membran und 3, an den unmerklich hervortretenden Ecken liegenden, oft nur schwach sichtbaren Keimporen. Inhalt farblos, feinkörnig. Oft mit anhaftenden feinen Öltröpfchen.
	Vicia Faba L. (Abb. 698)	walzlich-oval, mit fein gekörnter, fast glatt scheinender Exine und 3 kreisförmigen, in Längsfalten liegenden Keimporen.
	Robinia pseudacacia L. (Abb. 699)	hellgelblich, rundlich-dreieckig, mit glatter Membran und 3 an den Ecken liegenden Keimstellen.
	Acacia-Arten (Abb. 700)	kantig-kugelig bis polyedrisch, aus 16 Zellen bestehend.
Oenotheraceae	*Epilobium angustifolium* L. (Abb. 701)	groß, rundlich, farblos, mit 3 stark vorspringenden, als gerundete Ecken ausgebildeten Keimporen. Zuweilen geißelförmige Fäden anhaftend.
Malvaceae	*Althaea rosea* (L.) Cav. (Abb. 702)	auffallend groß, kugelig, mit derber, stark gestachelter Membran, sowie zahlreichen kleinen Tüpfeln in der Membran und feinkörnigem Inhalt.
Tiliaceae	*Tilia platyphyllos* Scop. (Abb. 703)	meist dreieckig scheinend, mit je 1 auffälligen Keimpore an den Flachseiten des tetraedrischen Kornes.
Geraniaceae	*Geranium Robertianum* L. (Abb. 704)	groß, kugelig, gelblich, Exine mit feinen Maschen, deren Ecken kollenchymatisch verdickt erscheinen und dadurch Stäbchenstruktur vortäuschen. Im allgemeinen drei große, rundliche Keimfalten. Pollenkörner anderer *Geranium*-Arten ähnlich, aber meist farblos.
Umbelliferae	*Anthriscus silvestris* Hoffm. (Abb. 705)	klein, farblos, walzenförmig, mit drei ovalen Keimspalten in der Mitte der Walze. Exine mit überaus feinen Höckerchen, daher bei schwacher Vergrößerung glatt scheinend.
Ericaceae	*Calluna vulgaris* Salisb. (Abb. 706)	fast farblose, meist unregelmäßige Tetraden aus oft ungleichen Teilkörnern mit feinwarziger Exine und rundlichen Keimporen.
	Erica tetralix L. (Abb. 707)	fast mittelgroß, fast farblos, regelmäßig gebaute Tetraden aus vier gleichgroßen Teilkörnern mit glatter Oberfläche, feinkörnigem Inhalt und deutlich sichtbaren, länglichen Keimspalten.

Familie	Beispiel	Hauptmerkmale der Pollenkörner
	Rhododendron-Arten (Abb. 708)	wie vorstehend, aber wesentlich größer.
Hydrophyllaceae	*Phacelia tanacetifolia* Benth. (Abb. 709)	klein, kugelig, fast farblos mit überaus feinhöckriger, fast glatt scheinender Exine und wenigen, nur schwer sichtbaren, spaltenförmigen Keimstellen.
Borraginaceae	*Myosotis*-Arten (Abb. 710)	sehr klein, farblos, semmelförmig, an Doppelkokken erinnernd.
	Anchusa officinalis L. (Abb. 711)	farblos, kurz walzenförmig, mit glatter Membran und 4—6 in der Mitte der Längsachse angeordneten Keimspalten.
Labiatae	*Salvia pratensis* L. (Abb. 712)	kugelig bis kurz-ellipsoidal, fast farblos, mit dünner Wand. Exine sehr feinmaschig, meist feinkörnig erscheinend. Zahlreiche kleine, kreisförmige Keimstellen. Oft anhaftende Öltröpfchen.
Dipsacaceae	*Knautia arvensis* (L.) Coult. (Abb. 713)	besonders groß, rundlich bis gerundet-dreieckig, mit fein gekörnter und mit feinen Stacheln versehener Exine sowie mit 3 rundlichen Keimporen; Deckel derselben mit pinselförmigen Auswüchsen.
Campanulaceae	*Campanula rotundifolia* L. (Abb. 714)	fast farblos, kugelig, mit fein gestachelter Exine und 5 kleinen, meist nicht gleichzeitig sichtbaren Keimporen.
Compositae	*Taraxacum officinale* Web. (Abb. 715)	tiefgelb, rundlich-eckig, mit derber Membran und aufliegenden, unregelmäßigen, um die Keimporen verlaufenden, gestachelten Leisten. 3 und mehr rundliche, deutlich sichtbare Keimporen. Meist anhaftende gelbe Öltröpfchen.
	Centaurea Jacea L. (Abb. 716)	fast farblos, rundlich bis rundlich-eckig, mit feinkörniger Exine und 3 rundlichen Keimporen. Oft mit anhaftenden Öltröpfchen.
	Helianthus annuus L. (Abb. 717)	gelb, kugelig, mit stark gestachelter derber Membran und 3 unregelmäßig rundlichen Keimporen, sowie meist mit anhaftenden gelben Öltröpfchen.
Gramineae	*Secale cereale* L. (Abb. 718)	oval bis eiförmig, farblos, mit glatter Membran und feinkörnigem Inhalt. 1 Keimpore als deutlicher Punkt mit umgebendem hellen Hof.

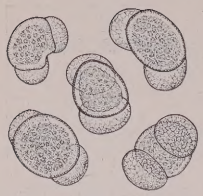


Abb. 689.
Pinus silvestris.

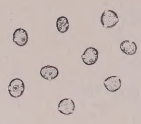


Abb. 690.
Castanea sativa.

Abb. 691.
Salix caprea.

Abb. 692.
Fagopyrum esculentum.

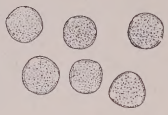


Abb. 693.
Ranunculus acer.

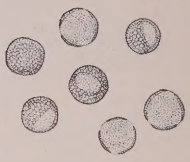


Abb. 694.
Cardamine pratensis.

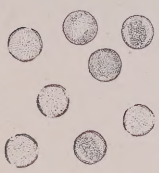


Abb. 695.
Brassica Napus.

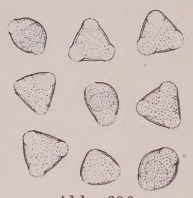


Abb. 696.
Pirus Malus.

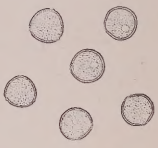


Abb. 697.
Trifolium repens.

Abb. 698.
Vicia Faba.

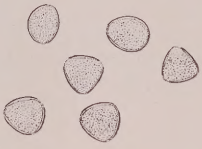


Abb. 699.
Robinia pseudacacia.

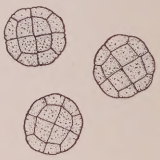


Abb. 700.
Acacia-Arten.

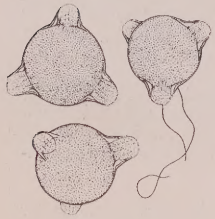


Abb. 701.
Epilobium angustifolium.

Abb. 702.
Althaea rosea.

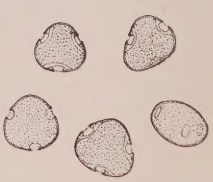


Abb. 703.
Tilia platyphyllos.

Abb. 689—703. Pollenkörner. Vergr. 200fach.

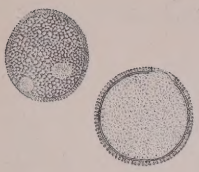


Abb. 704.
Geranium Robertianum.

Abb. 705.
Anthriscus silvestris.

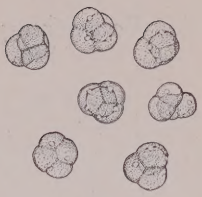


Abb. 706.
Calluna vulgaris.

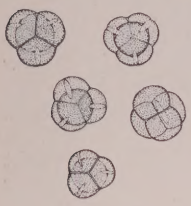


Abb. 707.
Erica tetralix.

Abb. 708.
Rhododendron-Arten.

Abb. 709.
Phacelia tanacetifolia.

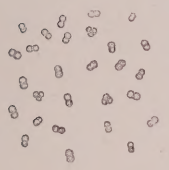


Abb. 710.
Myosotis-Arten.

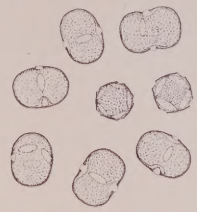


Abb. 711.
Anchusa officinalis.

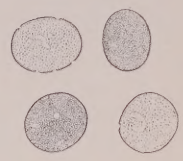


Abb. 712.
Salvia pratensis.

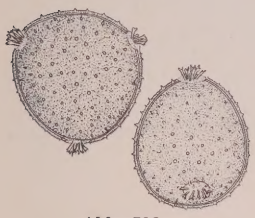


Abb. 713.
Knautia arvensis.

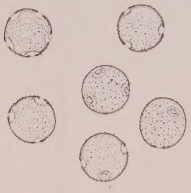


Abb. 714.
Campanula rotundifolia.

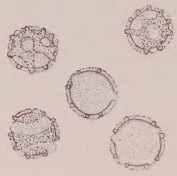


Abb. 715.
Taraxacum officinale.

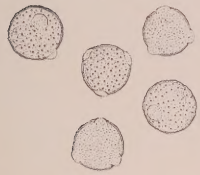


Abb. 716.
Centaurea Jacea.

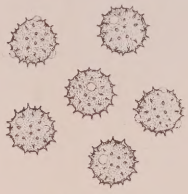


Abb. 717.
Helianthus annuus.

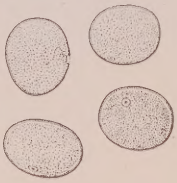


Abb. 718.
Secale cereale.

Abb. 704—718. Pollenkörner. Vergr. 200fach.

Die Beurteilung des Honigs auf Grund der mikroskopischen Untersuchung.

Die überwiegende Mehrzahl der im Vorstehenden beschriebenen Pollenkörner sind für deutschen Honig charakteristisch; amerikanischer Honig ist an stark abweichenden, insbesondere den großen, zusammengesetzten Pollenkörnern von *Acacia*-Arten (Abb. 700) zu erkennen. Für Schweizer Honig, überhaupt für Herkünfte aus Gebirgsgegenden, sind die Tetradenkörner von *Rhododendron*-Arten (Abb. 708), die leicht mit den ähnlich gebauten Pollenkörnern von *Calluna* und *Erica* verwechselt werden können, typisch. Pollenkörner von *Castanea sativa* (Abb. 690) sprechen für Honig aus dem Mittelmeergebiet. Heidehonig verrät sich ohne weiteres durch die Pollenkörner von *Calluna vulgaris* und *Erica tetralix* (Abb. 706 u. 707); auch die Pollen von *Fagopyrum esculentum* (Abb. 692) sind im Heidehonig häufig. Lindenblütenhonig ist auffallend arm an Pollenkörnern.

Bei der Vielgestaltigkeit der Pflanzen, die von Bienen aufgesucht werden, lassen sich vollständige Angaben über die Pollenzusammensetzung nur schwer machen, zumal auch der Einfluß der Jahreszeit eine große Rolle spielt. Für Frühjahrshonig sind Pollen von Obst [Apfel (Abb. 696), Birne, Kirsche], *Taraxacum* (Abb. 715), *Anthriscus* (Abb. 705), Cruciferen [*Cardamine* (Abb. 694), Raps (Abb. 695)] charakteristisch. Für Sommerhonig sprechen vor allem Pollenkörner von spätblühenden Kompositen [*Centaurea* (Abb. 716), *Helianthus* (Abb. 717)], von *Epilobium* (Abb. 701) und *Calluna* (Abb. 706), sowie das Fehlen der typischen Frühjahrspollen. Soweit von Imkern Honigpflanzen wie *Phacelia* besonders angebaut werden, kann Pollen solcher Pflanzen (Abb. 709) gegenüber anderen Formen vorherrschen. Pollen windblütiger Pflanzen [Koniferen (Abb. 689), Gramineen (Abb. 718)] wird meist von den Bienen nicht absichtlich eingetragen, vielmehr gelangen die reichlich in der Luft herumfliegenden Pollenkörner mit dem Haarkleid der Bienen in den Stock.

Außer Pollenkörnern pflegen feste Bestandteile im Sediment des Honigs nur in geringem Umfang vorzukommen. Vereinzelte kleine Stärkekörner und zuweilen in größerer Menge anzutreffende Oxalatkristalle stammen ebenfalls aus den von den Bienen besuchten Blumen; größere Körner von Handelsstärke oder Mehlen sind wohl kaum als Verfälschung zu deuten, da sie meist von der Winterfütterung der Bienenstöcke herrühren dürften, vor allem, wenn sie in geringen Mengen vorliegen.

Register.

A.

Acacia-Arten, Pollen 342, 344
Ackerbohne 82
— Stärke *83, 102
Ackererbse 72
Ackersenf *52, 110, 241, 246
Ackerspörgel 51
Ackerwinde 56
Acorus calamus 307
Adzuki-Bohne 81
— Stärke *82, 103
Aegopodium podagraria 279
Aesculus Hippocastanum 100
Ätherische Öle, Nachweis 14
Aethusa cynapium 320
Agrostemma Githago 49
Aleurites triloba 140
Aleuronkörner, Nachweis 14
Aleuronschicht 25
Allium cepa 320
— fistulosum 320
— Porrum 320
— Schoenoprasum 319
Allylsenföl 238
Alpinia officinarum 305
Althaea officinalis 324
— rosea, Pollen 342, 344
Amanita-Arten 336
Amomum Cardamomum 271
Amorphophallus Rivieri 96
Amylodextrin 259
Anacardium occidentale 152, *154
Analysator 15
Anchusa officinalis, Pollen 343, 345
Andropogon Sorghum 21, *42
Anethol 262
Anethum graveolens 283
Anis 275, *280
Anthophylli 289
Anthriscus silvestris, Pollen 342, 345
Apfel *158, 161
Aprikosenkerne 152
Arachis hypogaea 124, 152
Arenga saccharifera 96
Arrowroot, Bermuda- 94
— Bombay- 94
— Brasilianisches 98
— Guyana- *99, 101
— Jamaica- 94
— Malabar- 94
Arrowroot, Neusüdwales 95
— Ostindisches *94, 303
— Portland- 95
— Queensland- 95
— St. Vincent- 94
— Westindisches 94
— (in Kakao) 197
Artemisia Absinthium 329
— Dracunculus 330
— vulgaris 329
Arum esculentum 95
— Stärke 95
Ascomyceten 331
Asparagus officinalis 188
Aspergillus glaucus 64
Assamtee 199
Astragalus baëticus 90, *179
Atriplex-Arten 49
Auffallendes Licht, Untersuchung in 15
Aufhellen der Präparate 11
Aufhellungsmittel 12
Ausreuter 22, *46
Avena fatua 48
— sativa 21, *34

B.

Backsteintee 199
Backwaren 66
Badian 261
Bärenfenchel 277
Bananenkakao 197
— -mehl 101
— -stärke 91, *101, 104, 197
Banda-Macis 253, *258
Bandanuß 253
Basidiomyceten 331
Batatas edulis 98
Batate 98
Batatenstärke 91, 95, *98, 104
Bauerntabak 214
Baumwollhaare 133
Baumwollsaatmehl 134
Baumwollsamen 132
Beifuß 329
Bermuda-Arrowroot 94
Bertholletia excelsa 150
Besenginster 291
Besenhirse 42
Beta vulgaris *175, 218
Bilsenkraut 118

Birkenpilz 338
Birne *160, 161, 186, 188
Birnenkaffee 188
Bodensatzprobe 10
Bohne 72, *76
— ägyptische 86
— indische 78
— Stärke *77, 103
— Trägerzellen im polarisierten Licht 15
Bohnenkraut 326
Bohnenmehl 77, 80
Boletus-Arten 338
Boletus edulis 337
— felleus 338
Bombax pentandrum 135
Bombay-Arrowroot 94
— -Macis 260
— -Muskatnuß 257
Bombilla 213
Borassus flabelliformis 96
Bourbon-Vanille 272
Bovist 333
Brandbutten 61
Brandpilze 47
Brasilianisches Arrowroot 98
Brasilnuß 150
Brassica Besseriana 241
— campestris *107, *248
— cernua *243, *248
— integrifolia 112, *240, 241, *248
— juncea *240, *241, *248
— Napus *107, 113, *248
— Napus var. dichotoma *112, 241, *248
— Napus var. glauca *112, 241, *248
— Napus, Pollen 341, 344
— nigra *239, 241, *248
Braunsenf, indischer 112, *240
— rumänischer 241
Brockenstärke 93, 99
Bröckelstärke 99
Brombeerblätter *207, 217
Bromus secalinus 48
Brot *66, 228, 318
Buche 118
Bucheckern 118
Buchenblätter 218
Buchweizen 21, *44, 48
— -grütze 44
— -mehl 44
— -stärke *45, 65, 102
Butterpilz 338

C.

Calandra granaria 64
Calendula officinalis 298
Calluna vulgaris, Pollen 342, 345
Calonectria graminicola 63
Caltha palustris 291
Camelina sativa 109
Campanula rotundifolia, Pollen 343, 345
Camphor seeds 271
Canavalia-Bohne 84
— — -Stärke *85, 103
— ensiformis 84
Canella alba 308
Canna edulis 95
— indica 95
— -stärke 91, *95, 103
Cannabis sativa 119
Cantharellus cibarius 336
Capparis spinosa 290
Capsaicin 233
Capsicum annuum 231
— frutescens 237
Cardamine pratensis, Pollen 341, 344
Cardamomen 266
— echte 266
— Fruchtschalen 270
— lange Ceylon- 266, *271
— Malabar- 266
— Mysore- 271
— -pulver 270
— -pulver, Verfälschungen 270
— Siam- 271
— -stärke 104, *269
Carthamus tinctorius *129, *295
Carum carvi 278
Caryophyllus aromaticus 285
Cashew nuts 154
Cassavemehl 97
— -strauch 97
Cassia lignea 308
— occidentalis 90, *180
Castanea sativa, Pollen 341, 344
— Stärke 100
Cayennepfeffer *237, 249, 304
Cedrelaholz *237, 318
Cedrela odorata 237
Ceiba pentandra 135
Centaurea cyanus 59
— Jacea, Pollen 343, 345
Ceratonia siliqua 90, *181
Ceylon-Cardamomen 271
— -Tee 199
— -Zimt *308, *314
— — Stärke 104, *316
Champignon 335
Chenopodium album 49
— Quinoa 21, *46
Chiang 122
Chillies 237
Chinabohne 85
Chinesischer Senf 243
— Tee 199
— Zimt 308
— — Stärke 104, *314
Chips 308, *319
Choiromyces maeandriformis 332
Cicer arietinum 87
— — var. fuscum 88
Cichorium Intybus 172
Cinnamomum Cassia 291, *308
— zeylanicum 308
Cistus albidus 323
— salvifolius 323
Citrus aurantium 325
Cladosporium 63
Claviceps purpurea 60
Cocos nucifera 142, 152
Coelococcus salomonensis 146
Coffea arabica 166

Coffea canephora var. Laurentii 166
— liberica 166
— robusta 166
Cola-Arten 197
Colocasia-Stärke 91, *95, 98, 103
Compositenfrüchte, ölhaltige 126
Congu-Tee 199
Conium maculatum 281
Convolvulus arvensis 56
Coriandrum sativum 282
Coriaria myrtifolia 229, *322
Cornus sanguinea 322
Cortex Cinnamomi Cassiae 308
— — ceylanici 308
Corylus avellana 147
Crocin 293
Crocus, Blütenblätter 299
— Narben und Griffel 299
— sativus 293
Cruciferen in Leinkuchen 116
— -samen 109, 186
— — ölhaltige *107, 228
— — sonstige in Senfsaaten 247
Curcuma angustifolia 94
— leukorrhiza 94
— longa 303
— rotunda 303
— zedoaria 304
— -stärke 91
Curcumin 303
Currypowder 303, *304
Cydonia vulgaris 161
Cynara (Blüten) 298

D.

Dari 42
Dattelkaffee 189
— -palme 189
Dauerpräparate 9, *12
Delphinium Consolida 51
Dicypellium caryophyllatum 308
Dill 283
Dioscorea-Arten 99
— -stärke 91, *99, 104
Dolichos Lablab 86
— sinensis 85
Dost, kretischer 325
Doumpalme 146
Durrha 42

E.

Edelpilz 337
Eibisch 324
Eichel 186
— -kaffee 186
— -stärke 104, *187, 197.
Eiweißkörper, Nachweis 14
Elaeis guineensis 143
Elefantenläuse, westindische 154
Elettaria cardamomum 266
— major 266, *271
Eleusine coracana 43, 112, 241
— Stärke *44, 65, 102
Elfenbein, abessinisches veget. 146
— ostafrikan. veget. 146
— polynesisches veget. 146
Elfenbein, südamerikanisches veget. 145
— vegetabilisches *145, 190
— -nuß *145, 190
— -palmen 145
Englisch Gewürz 249
Ephestia Kühniella 64
Epilobium angustifolium 204
— — Pollen 342, 344
— hirsutum 205
Erbse *72, 179
— Stärke *74, 103
Erbsenkaffee 179
Erbsenmehl *74, *77, 318
Erbsenstreuling 333
Erdbeerblätter *209, 217
Erdnuß 90, *124, 155, 180, 228
— Preßrückstände 126
— Stärke 104, 126
— -kaffee 180
Erica tetralix, Pollen 342, 345
Eriodendron anfractuosum 135
Eruca sativa *246, *248
Eselsdistel, Blüten 297
Estragon 330
Eugenia caryophyllata 285
Euphorbiaceensamen, ölhaltige 138
Extraktionsschrot 105

F.

Fagopyrum esculentum 21, *44
— — Pollen 341, 344
Fagus silvatica *118, *218
Faltenmorchel 334
Feige 183
Feigenkaffee 183
— Verfälschungen 186
Feigenkerne 184
Feldchampignon 335
Feldrittersporn 51
Feminell *295, *298
Fenchel 276
Fette, Nachweis 14
— Öle, Nachweis 14
Fettsäurekristalle, Nachweis 14
Ficus carica 183
Flachs 113
Fliegenpilz 336
Flores Cassiae 291
Flugbrand 62
Flughafer 48
Foeniculum vulgare 276
Fragaria 209
Früchte, ölhaltige 105
Fusarium nivale 63
Futterplatterbse 88
Futterwicke 55

G.

Galgant 305
— Stärke 104, *306
Galium aparine 58
— mollugo 59
Gallenpilz 338
Garbanzo 87
Gardalsenf 245

Gardeniablüten 199
Gartenbohne 76
— -erbse 72
— -kresse 111
Gekrösezellen, Paprika 234
Gelbwurzarten 94
Gelbwurzel 303
Gelee 158
Gemische, quantitative Bestimmung 18
Gemüseplatterbse *88, 179
Genußmittel 166
Geranium, Robertianum, Pollen 342, 345
Gerberstrauch 322
Gerbersumach 229
Gerbstoffe, Nachweis 14
Gerste 21, 23, *31
— Mahlprodukte 34
— Spelzen *32, 48, 69
— Stärke 31, *34, 65, 102
Gerstenflugbrand 62
— -grütze 32
— -hartbrand 62
— -kaffee 176
— -schrot 32
Getreide, Parasiten 60
— Pilzsporen 61
— Verunreinigungen 46
Getreidearten 21
— -kaffee 176
— -rostpilze 62
— -spelzen 228
— -stärke 91, *99
Gewürze (Samen und Früchte) 222
— (Knospen, Blüten und Blütenteile) 285
— (Vegetative Pflanzenteile) 300
Gewürznelken 197, 219, 249, *285
— -pulver 288, 290
Gichtweizen 64
Giersch 279
Gießkannenschimmel 64
Gilbwurz 303
Gingerol 300
Glycine hispida 122
Gossypium-Arten 132
Gräser, Blattstücke 299
Gramineenfrucht 22
Grams 88
Graupen 21, 32, 34
Grieß 21
Grütze 21
Guizotia abyssinica 131
— oleifera 131
Gummi, Nachweis von 14
Guyana-Arrowroot *99, 101

H.

Hafer 21, 23, *34
— -flocken 34
— -flugbrand 62
— -flugbrand, Mycel 36
— -grütze 34
— -kakao 197
— Mahlprodukte 37
— -mehl 34, *40, 45
— -spelzen *35, 48, 69
— -stärke *37, *40, 48, 65, 102, 197
Handelsstärke 91
Hanf 119
Hartbovist 334
Hartriegel 322
Haselnuß 147
— -schalen *149, 319
Hederich *53, 110
Heidekorn 44
Helianthus annuus, Frucht 126
— — Pollen 343, 345
Helminthosporium gramineum 63
Helvella-Arten 334
Hemileia vastatrix 166
Herba Origani cretici 325
Herrenpilz 337
Herva 213
Himbeere 161, *162
Hirse 21, *42
— -arten 42
— gemeine 42
— -grütze 42
— -spelzen 319
— -stärke *65, 102
Holundermark, Schneiden in 11
Holz, Nachweis 13
Holzkassie 308
— -mehl *69, 228, *236
— -pulver 288
— -zimt 308
Honig 340
— Beurteilung 346
— Herkunftsbestimmung 346
Hordeum sativum 31
— vulgare 21
Hülsenfrüchte 89
— stärkehaltige 71
— Stärkekörner 71
Hundspetersilie 320
Hydrosme-Stärke 91, *96, 103
Hyoscyamus niger 118
Hyphaene thebaica 146

I.

Ilex paraguariensis 213
Illicium religiosum 261
— verum 261
Illipe latifolia 141
— -Samen 141
Indischer Braunsenf 112, *240
— Raps 112
Ingwer 270, *300
— präservierter 300
— -pulver 302
— schwarzer oder bedeckter 300
— -stärke 104, *301
— weißer oder unbedeckter 300
Ipomea batatas 98
Iris germanica 220
Iwan-tschai 204

J.

Jamaica-Arrowroot 94
— -pfeffer 249
Jamba-Raps 246

Jambosa Caryophyllus 285
Japanischer Senf 243
Jasminblüten 199
Javatee 199
Johannisbeere 163
Johannisbrotbaum 181
Juglans regia 149

K.

Kaffee *166, 197
— -gewürz, Karlsbader 183
— Pergamentschicht 166, *172
— -pulver 171
— Silberhäutchen 169
— -stragel 179
— -surrogate 172
Kaffernhirse 42
Kakao 191
— Keimblätter 194
— -masse 195
— -produkte 195
— — Zusätze und Verfälschungen 196
— -pulver 195
— -rot 191
— Samenschale 192
— -schalen *196, 288, 319
— Silberhäutchen 191, *193
— -stärke 104, *194
— -tee 196
— Würzelchen 195
Kalmus 220, *307
Kalziumkarbonat, Nachweis 14
Kalziumoxalat, Nachweis 14
Kandelnuß 140
Kaneel 308
Kapern 290
— deutsche 291
— -früchte 291
Kapok 135
— -Preßkuchen 136
Kapporietee 204
Kap-Safran 299
Kapuzinerkresse 291
Kardamomen, siehe Cardamomen
Karlsbader Kaffeegewürz *183
Karobenfrucht 182
— -kaffee 90, *181
Kartoffel 67
— -bovist 333
— -flocken *67, 93
— -mehl 93
— -sago *93, 97
— -stärke 91, *93, 103
— — im polarisierten Licht 15
— süße 98
— -tapioka *93, 98
— -walzmehl *67, 93
Kastanienmehl 100
— -stärke, echte Kastanie *100, 104, 197
— — Roßkastanie *100, 104
Kauliang 42
Kautabak 215, *221
Kernel 154
— Stärke 104
Kichererbse *87, 179
— braune indische 88
Kirsche, Frucht 162
Kirschenblätter *212, 217, 220
Kleber 28
— -schicht 25
Klebkraut 58
Kleesamen 186
Kleie 21, 29, 228
Kletterlabkraut 58
Knackmandel 151
Knautia arvensis, Pollen 343, 345
Knollenblätterpilz, gelblicher 336
— grüner 336
— weißer 336
Kochreis 39
Köpfchenschimmel 63
Kokosnuß *142, 229
— -kuchen 142
— -schalen 319
Kokospalme 142
Kolanuß 197
— Stärke 104, *198
Kolbenhirse 43
— Stärke *43, 102
Koniferenholz 319
Konjaku flour 96
Konnyaku powder 96
Koporkatee 204
Kopra 142
— -preßkuchen 142, *144
Koriander 197, 220, 275, *282, 304
Kork, Nachweis 14
— Schneiden in 11
Kornblume 59
Kornkäfer 64
Kornrade 22, 46, *49
— Stärke *50, 66, 102
— — im auffallenden Licht 16
Krachmandel 151
Kressesamen 111
Kretischer Dost 325
Kriebelkrankheit 60
Kristalle, Nachweis im polarisierten Licht 15
Kristallstärke 91, 93, 99
Kubebenpfeffer 227, 228, *230
Küchenzwiebel 320
Kümmel 278
Kugelbrand 61
Kunsthonig 340
Kurkuma 236, 249, 299, *303
— -pulver 304
— -stärke *94, 103

L.

Labkraut 58
Lablab-Bohne 86
— Stärke *87, 103
Lactarius deliciosus 337
Langer Pfeffer 228, *229
Lathyrus-Arten 89
— cicera 88
— sativus 88
Laubholzmehl 70
Laurus nobilis *252, *320
Leguminosenkaffee 176
— -mehl 72, 90
— -samen *55, 60, *71

Leguminosensamen, ölhaltige 122
— -stärke 66
— Stengel- und Blattstücke 299
Leindotter 109
Leinkuchen 115
Leinsamen *113, 228
Leitelemente bei Pulveruntersuchungen 19
Lens esculenta 74
Lepidium sativum 111
Liatris odoratissima 220
Liberiakaffee 166
Limabohne 78
Linse 74
— Stärke *75, 103
Linsenmehl *75, *77
Linum usitatissimum 113
Literatur 2
Lithospermum officinale 207
Lolium temulentum 47
Lorbeerblätter 320
— -frucht 252
— -pulver 253
— -samen, Stärke 104, *253
Lorcheln 334
Lupine 90
— blaue 176
— gelbe 176
— weiße 176
Lupinenkaffee 90, *176, *178
Lupinus albus 176
— angustifolius 176
— luteus 176
Lycopodium clavatum 299
Lyperia crocea 299

M.

Macis 197
— Banda- 258
— Bombay- 260
— echte 253, *258
— Makassar- 260
— Papua- 260
— -pulver 259
Mahlprodukte 21
Mais 21, *37
— -grieß 37
— -kaffee 176
— -mehl 37
— -stärke 37, *38, 42, 65, 99, 102, 318
Maizena 37, 99
Majoran 249, *321
— -verfälschungen 322
Majorana hortensis 321
— Onites 325
Makassar-Macis 260
— -nuß 257
Malabar-Arrowroot 94
— -Cardamomen 266
— -Zimt 308
Mandel *151, 155, 229
— -ersatz 151, *152
— grüne 157
— indische 154
— -kerne, gefärbte 157
— -kleie *152, 319
Mandelmehl 151
— -samen 154
Mandioka 97
Manihotpflanze 97
— -stärke 91, *97, 104
Manihot utilissima 97
Manioca 97
Maranta arundinacea 94
— -Stärke 91, *94, 103
Marmeladen 158
Maronen 100
Maronenpilz 338
Marzipan 151
Mate 213
Mattar peas 88
Mazeration 9
Mazerationsgemisch, Schultzesches 7
Mehl 21, 228
— -gemische 65
— -motte 64
— Nachweis von Mineralsubstanzen 66
— — von Mutterkorn 61
— Prüfung von 65
— Verunreinigungen 65
Melampyrum arvense 57
Melde *49, 66
Melilothus officinalis 220
Membranen, Nachweis verholzter 13
— — verkorkter 14
— — von Schleim- 14
— — von Zellulose- 13
Messen mikroskopischer Objekte 16
Metroxylon-Arten 96
Meum athamanticum 277
Mikrometerwert 16
Mikroskop 3
— Polarisationseinrichtung 14
— Nebenapparate 4
Milben 64
Milchlinge 336
Milchpilze 336
Mineralsubstanzen im Mehl 66
Misa 122
Mitscherlichsche Körperchen 193
Mogdadkaffee 90, *180
Mohn 116
Mohrenhirse 42
— Stärke *42, 102
Mondamin 37, 99
Mondbohne 72, *78
— Stärke *79, 103
Morchella-Arten 334
Morcheln 334
Morgentrank 30
Mostrich 238, *247
Mowra 141
Mucor Mucedo 63
Mungobohne *80, 81, 227
— Stärke *81, 103
Mus 158
Musa paradisiaca 101
Muskatnuß 197
— Bombay- 257
— Echte 253
— künstliche 258
— Lange 257

Muskatnuß, Makassar- 257
— Papua- 257
— Wilde 257
— -pulver 258
— -stärke 104, *257
Mutterkorn 22, 46, *60
Mutternelken 288, *289
— Stärke 104, *290
Myosotis-Arten, Pollen 343, 345
Myristica argentea *257, 260
— fragrans *253, 258
— malabarica *257, 260
Myrosin 238
Myrtensumach 229, *322
Mysore-Cardamomen 271

N.

Nadelholz 69
Nattos 122
Naturhonig 340
Negerkaffee 180
Nelkenpfeffer *249, 304
— — -pulver 251
— -stiele 252, *288
— -zimt 308
Nicol 15
Nicotiana rustica 214
— tabacum 214
Nigerkuchen 132
— -saat 131

O.

Objektmikrometer 17
Objektträger zum Auszählen 18
Obst 158
— -produkte 158
Ölbaum 136
Öle, Nachweis ätherischer 14
— — fetter 14
Ölfrüchte, Preßrückstände im Pfeffer 228
Ölhaltige Samen und Früchte 105
Ölkuchen 105
Ölpalme 143
Okularmikrometer 16
Olea europaea 136
Olive 136
Olivenkerne 319
— -kernmehl *138, 229
— -trester *138, 229
Onopordon acanthium 297
Origanum majorana 321
Oryza sativa 21, *39
Ostindisches Arrowroot 94
— Sago 96

P.

Palmenkaffee 189
— -stärke 96
Palmkerne *143, 229
Palmenkernöl 143
— -Preßkuchen 144
Palmöl 143
— -sago 98
— -samen 142
Panicum miliaceum 42
Pantherpilz 336
Papaver somniferum 116
Pappelholz 69
Paprika *231, 299
— Frucht 231
— Fruchtstiel 235
— Kelch 235
— -pulver 235
— — Farbstoffzusatz 237
— — Mineralbestandteile in 237
— Samen 233
— süßer 235
— Verfälschungen 236
Papua-Macis 260
— Muskatnuß 257
Paraffin, Schneiden in 11
Paraguay-Tee 213
Paranuß 150
Parasiten, pilzliche 47
Parkia africana 90, *180
Patentwalzmehl 67
Peccoblütentee 199
— -tee 199
Peluschke 72
Penicillium crustaceum 63
Pergamentschicht, Kaffee 172
Perigordtrüffel 331
Perlkaffee 167
— -pilz 336
— -sago 91
— — ostindischer 96
— -tapioka 97
Persischer Senf 246
Petersilie 320
Petroselinum sativum 320
Pfeffer *222, 236, 304
— Jamaika- 249
— -kraut 326
— langer 228, *229
— Nelken- 249
— -pulver 226
— -schalen 227
— schwarzer 222
— spanischer 231
— -spindeln 227
— -stärke 104, *225
— türkischer 231
— Verfälschungen 227
— weißer *222, *226
Pfeilwurzarten 94
Pfennigkraut *54, 110
Pferdebohne 82
Pfifferling 336
Pfirsichkerne 152
Pflanzendunen 135
Pflaume 161
— Kerne 152
— Mus 162
Phacelia tanacetifolia, Pollen 343, 345
Phaseolus angularis 81
— lunatus 72, *78
— radiatus 80
— vulgaris 72, *76
Phoenix dactylifera 189
Phytelephas macrocarpa 145

Phytelephas microcarpa 145
Picris spinulosa 325
Picrocrocin 293
Pilze, getrocknete 339
Pilzpulver 339
— -sporen 61
Piment *249, 288
— -stärke 104, *251
— -stiele 252
Pimenta officinalis 249
Pimpinella Anisum 280
Pinselschimmel 63
Pinus silvestris, Pollen 341, 344
Piper Cubeba 227, *230
— longum 229
— nigrum 222
— officinarum 229
Pirus communis 160
— Malus 158
— — Pollen 341, 344
Pisangpflanze 101
Pisolithus arenarius 333
Pistacia vera 157
Pistazie 157
Pisum arvense 72
— sativum 72
Platanus orientalis 325
Platterbse, weiße 88
Pleospora 63
Polarisationseinrichtung 4, *14
Polarisator 15
Polenta 37
Pollenkörner 341
Polygonum Convolvulus 48
Porree 320
Portland-Arrowroot 95
Präparate, Aufhellen der 11, *12
Preßhonig 340
Preßkuchen 105
Probeentnahme 20
Prunus Amygdalus 151
— armeniaca 153
— avium 162, 213
— cerasus 162, 212
— domestica 153, 161
— Persica 152
Psalliota arvensis 335
— campestris 335
Pterocarpus santalinus 236
Puccinia-Arten 63
Puffbohne 82
Pulpa (Kakaofrucht) 191
Pulver, quantitative Bestimmung 18
— -stärke 99
— Untersuchung von 8
— — Leitelemente 19

Q.

Quantitative Bestimmung von Pulvern 18
Quecke 48
Queensland-Arrowroot 95
Quercus-Arten 186
Quitte 161
Quittenbrot 161
— -gelee 161
— -marmelade 161

R.

Radeweizen 64
Rai 240
Rangoonbohne 78
Ranunculus acer, Pollen 341, 344
Raphanus raphanistrum *53, 110
Raps 107
— indischer *112, 241
— Jamba- 246
— -kuchen 108
Rauchtabak 214, *217
Rauke 246
Reagentien, Verzeichnis 6
Reis 21, *39
— -futtermehl 40
— -kleie 39
— -mehl *40, 45
— -melde 46
— — Stärke *46, 102
— -puder 99
— -spelzen 39, *41, 319
— -stärke *40, 65, 99, 102, 197
Reizker 336
Rhizopogon rubescens 333
Rhododendron-Arten, Pollen 343, 345
Rhus coriaria 229
Ribes grossularia 165
— nigrum 163
— petraeum 163
— rubrum 163
Ricinus communis 138
Rinde 228, 236, 319
Ringelblume, Blüten 298
Rispenhirse 42
— Stärke *43, 102
Rittersporn 51
Rizin 138
Rizinus *138, 141
Robinia pseudacacia, Pollen 342, 344
Roggen 21, *23
— -kaffee 176
— -kleie 29
— -korn 24
— -mehl 28
— Stärke *27, 31, 65, 66, 102
— -stengelbrand 62
— -trespe 48
Rohtabak 214
Rosa canina 211
Rosenblätter *211, 217
Rosenpaprika 235
Roßkastanie, Stärke 100
Rostpilze 47
Rubus-Blätter 325
— caesius 207
— idaeus 162
Rübe 186
Rübenkaffee 175
Rübsen 107
Runkelrübe 175
— Blätter 218
Russula-Arten 337

S.

Saflorblüten 295
— -kerne 129

Safran 293
— Beschwerungsmittel 299
— Gâtinais 293
— -griffel 293, *295
— Kap- 299
— -narben 293
— -pulver 294
— -verfälschungen 295
Sago flour 96
— -mehl 96
— Ostindischer 96
— -palmen 96
— -stärke 91, *96, 103
Sakkakaffee 172
Salbei 328
Salix alba, Blätter 205
— caprea, Pollen 341, 344
Salvia officinalis, Blätter 328
— pratensis, Pollen 343, 345
Samen, Ölhaltige 105
Sandelholz *236, 299, 318
Sarepta-Senf 241
Sarothamnus scoparius 291
Sarson, indischer *112, 241
Satureja hortensis 326
Saubohne 82
Sauerkirsche, Blätter 212
— Frucht 162
Schafchampignon 335
Schaumprobe 11
Schierling, gefleckter 281
Schimmelpilze 47, *63
Schlauchpilze 331
Schleim, Nachweis 14
— — in Tusche 16
— -membranen, Nachweis 14
— -zellen, Nachweis 196
Schmierbrand 61
Schneeschimmel 63
Schnittlauch 319
Schnupftabak 215, *219
Schokolade 195
— Vanille- 275
Schoyu-Tunke 122
Schwärzepilze 47, *63
Schweinetrüffel 333
Scleroderma vulgare 333
Secale cereale 21, *24
— — Pollen 343, 345
— montanum 24
Sedimentiergefäß 10
Sedimentierungsmethoden 10
Senf 238
— brauner 238, *239
— Chinesischer 243
— Gardal- 245
— gelber 238, *244
— indischer Braun- 240
— Japanischer 243
— Persischer 246
— rumänischer Braun- 241
— Sarepta- 241
— schwarzer 238, *239
— weißer 238, *244
— -arten, Bestimmung 247
— — Nomenklatur 239
Senfmehl 238, *247
— -öl ätherisches 238
— -samen in Ölsaaten 109, 111
Sesam 121
— -kuchen 122
Sesamum indicum 121
Setaria italica 43
Shikimi *261, *265
Siam-Cardamomen 271
Sikimmi *261, *265
Silberhäutchen, Kaffee 167, *169
— Kakao 191, *193
— Reis 39
Sinalbin 238
— -Senföl 238
Sinapin 238
Sinapis alba 113, *244, *248
— — var. melanosperma 244
— arvensis *52, 110, 246, *248
— cernua 243
— dissecta *245, *248
Sinigrin 238
Skimmi *261, *265
Sojabohne 90, *122, 180
Sojabohnenkaffee 180
Soja hispida 122
Solanum tuberosum 93
Sommertrüffel 332
Sonnenblume 126
Sonnenblumenkuchen, indische 129
Sorghum-Stärke 39, *42
Souchong-Tee 199
Spanischer Pfeffer 231
Spargelfrucht 188
— -kaffee 188
Speisemorchel 334
— -pilze 331
— -senf 238, *247
Spelt 30
Spelz 30
— Stärke *31, 102
Spelzenspreumehl *69, 70
Spergula arvensis 51
Spörgel 66
Stachelbeere 165
Stärke 91
— -arten, Zusammenstellung 102
— auffallendes Licht 16
— -gemische, quantitative Bestimmung 19
— korrodierte 92
— -kuchen 91
— -mehl 91
— Nachweis 14
— polarisiertes Licht 15
— -schäfchen 91
— verkleisterte 66, 92
Standardmuster 9
Steinbrand 61
Steinkleeblüten 220
Steinnußmehl 70, *145
Steinpilze 337
Steinsamenblätter 207
Sternanis 261
— -pulver 266
Stielpfeffer 230
Stinkbrand 61

Stragelkaffee 90, *179
Streifenkrankheit 63
Streumehl 70
Strohmehl *68, 70
St. Vincent-Arrowroot 94
Sudankaffee 90, *180
Süßkirsche, Frucht 162
— Blätter 213
Sultankaffee 172
Sumach-Blätter 229
— Provençalischer 322
Sumpfdotterblume 291
Suppenpulver 30

T.

Tabak 214
— -blatt 215
— -produkte 214
— -strunke 217
— virginischer 214
Täublinge 336
Tafelreis 39
Tapioka 91, *97, 98
Taraxacum officinale, Pollen 343, 345
Taumellolch 22, 46, *47
— Stärke *48, 102
Tee, Assam- 199
— böhmischer 207
— Ceylon- 199
— Chinesischer 199
— Congu- 199
— Flowery Pecco 199
— gelber 199
— grüner 199
— Java- 199
— Kapporie- 204
— Koporka- 204
— kroatischer 207
— Orange Pecco 199
— Ostindischer 199
— Pecco- 199
— schwarzer 199
— Souchong- 199
— ältere Blätter 202
— -baum 199
— -blatt 200
— -blüten 199
— -dust 200
— -Ersatzmittel 204
— -grus 200
— junge Blätter 203
Teleutosporen 62
Terfaz 332
Terfezia Leonis 332
Thea-Arten 199
— sinensis 199
Theobroma Cacao 191
Thlaspi arvense *54, 110
Thymian 249, *327
Thymus vulgaris 327
Tierische Organismen 64
Tikmehl 94
Tikur 94
Tilia platyphyllos, Pollen 342, 344
— tomentosa 325
Tilletia laevis 62
— tritici 62
Tolu 122
Traubenkerne 186
Trester 158
Trifolium repens, Pollen 342, 344
Triticum-Arten 30
— repens 48
— sativum 21, *23
— sativum Spelta 30
— Spelta 30
— vulgare 23
Tritonia aurea 299
Tropaeolum majus 291
Trüffel 331
— afrikanische 332
— deutsche 332
— französische 331
— Perigord- 331
— Schweine- 333
— Sommer- 332
— weiße 332
— Winter- 331
Tuber aestivum 332
— brumale 331
— — f. melanosporum 331
— melanosporum 331
Tusche, Nachweis von Schleim *16, 196
Tylenchus scandens 64
Tyroglyphus farinae 64

U.

Umbelliferenfrüchte 275
Unkrautsamen *47, *60
— in Leinkuchen 116
— in Ölfrüchten 109
— in Raps 112
Uredosporen 62
Urocystis occulta 62
Ustilago avenae 36, 62
— hordei 62
— nuda 62
— tritici 62

V.

Vanilla planifolia 272
— pompona 275
Vanille 197, *272
— Bourbon- 272
— Fruchtwand 272
— Nachweis 275
— -samen 274
— -schokolade 275
— -wurzelkraut 220
Vanillon 275
Veilchenwurzel 220
Vergleichspulver 19
Vergrößerungsmaßstab 18
Vicia-Arten 89
— Faba 82
— — Pollen 342, 344
— hirsuta 55
— sativa 55
— Stengel- und Blattstücke 299

Vigna Catjang 85
Vorbehandlung des Materials 9, 11

W.

Wachtelweizen 57
Walnuß 149
— -schalen 319
Wegwarte 172
Weichsel, Blätter 212
Weidenblätter 205
Weidenröschenblätter 204
Weißer Senf 113
— Zimt 308
Weizen 21, *23
— -älchen 64
— -arten 30
— -brot 67
— -flugbrand 62
— -kaffee 176
— -kleie 29
— -korn *22, *24
— -mehl *28, 318
— -stärke *27, 65, 99, 102, 197
— — im auffallenden Licht 16
— -steinbrand 61
Wermut 329
Westindisches Arrowroot 94
Wicke *55, 89, 179
— rauhhaarige 55
— Stärke *56, 102
Wickenkaffee 179
Windenknöterich 48
Winterana Canella 308
Wintertrüffel 331
Winterzwiebel 320
Wurzeln, getrocknete 299

Y.

Yams-Stärke 99
Yerba 213

Z.

Zea Mays 21, *37
Zeichenapparat 4
— Messen mit 17
Zeichnen mikroskopischer Objekte 16
Zellulosemembranen, Nachweis 13
Zichorienkaffee *172, *175, 186
Ziegeltee 199
Ziegenlippe 338
Zigarrenkistenholz *237, 318
Zimt 197, 219, 249, *308
— -blüten *291, 319
— Ceylon- *308, *314
— — Stärke 104, *316
— Chinesischer 308
— — Stärke 104, *314
— Holz- 308
— -kassie 308
— Malabar- 308
— Nelken- 308
— -pulver 292, *316
— — Verfälschungen 318
— Weißer 308
Zingiber officinale 300
Zittwer 304
— Stärke 104, *305
Zuckerhirse 42
Zuckerrübe 175
— Blätter 218
Zwetsche 161

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 6046

Lehrbuch der Pharmakognosie. Von Dr. **George Karsten,** o. ö. Prof. an der Universität Halle a. S., und Dr. **Wilhelm Benecke,** o. ö. Prof. an der Univ. Münster i. W. Vierte, vollständig umgearbeitete und vervollständigte Auflage von G. Karstens Lehrbuch der Pharmakognosie. Mit 547 zum Teil farbigen Abbild. im Text. VIII, 426 S. gr. 8° 1928 Rmk 18.—, geb. 20.—

Inhalt: Historische Uebersicht der Drogenkunde. — I. Thallophyten. / II. Pteridophyten. / Samenpflanzen: Rhizome und Wurzeln. Knollen. Hölzer und Rinden. Blattdrogen. Kräuterdrogen (Herbae). Blüten. Früchte und Samen. Haare und Drüsenhaare. Gallen. Mehl und Stärke. Zucker und Dextrin. Manna, Gummi, Traganth. Milchsäfte. Extrakte. Kampfer und Chrysarobin. Harze (Benzharze, Gummiharze, Resenharze, Resinolsäureharze, Farbharze). / Anhang: 1. Ueberblick über die wichtigeren Drogen aus dem Tierreich. 2. Tabelle zum Bestimmen der Pulver von Drogen aus dem Pflanzenreich. 3. Uebersicht über die Stammpflanzen der Drogen. 4. Einteilung der Drogen auf Grund ihrer chemischen Bestandteile und ihrer Anwendung. — Register.

Pharmazeut. Zeitung. 1921, Nr. 16: ... Das Werk ist schon längst zu einem unentbehrlichen Handbuch geworden, so daß es Eulen nach Athen tragen hieße, darüber noch ein Wort des Lobes zu verlieren. Es ist für diesen Teil der Wissenschaft eben das grundlegende Werk. Dr. R. M.

Zeitschr. f. Botanik. Bd. 20 (1928), Heft 10/11: ... Ich sehe Karstens Lehrbuch gerne in den Händen meiner Studierenden. Zörnig.

Mikroskopisches Drogenpraktikum. In Anlehnung an die 5. Ausgabe des deutschen Arzneibuches. Von **Wilhelm Benecke,** ao. Prof. an der Universität Berlin. Mit 102 vom Verfasser gezeichneten Abbild. im Text. VI, 95 S. gr. 8° 1912 geb. Rmk 4.20

Aus pharmazeutischer Unterrichtstätigkeit entstanden, verfolgt das vorliegende Praktikum ein durchaus praktisches Ziel: es gibt eine kurze und übersichtliche Darstellung der mikroskopischen Charaktere der wichtigsten Drogen in Wort und Bild, welche den Studenten orientieren soll über die mikroskopischen Merkmale der Drogen, zu deren genauerer Durcharbeitung die Zeit im Kolleg nicht reichte. Darüber hinaus wird es aber auch von Apothekern gewiß gern als ein Atlas zum deutschen Arzneibuch benutzt werden.

Die Flechtenstoffe in chemischer, botanischer, pharmakologischer und technischer Beziehung. Von Dr. **W. Zopf.** o. ö. Prof. der Botanik und Direktor des botanischen Instituts der Universität Münster. Mit 71 Abbild. im Text. XI, 450 S. gr. 8° 1907 Rmk 14.—

Inhalt: 1. Allgemeine chemische und physikalische Eigenschaften der Flechtensäure. 2. Gruppierung der Flechtensäuren und Charakteristik der einzelnen Vertreter. (Die Flechtensäuren der Fettreihe. Die Flechtensäuren der Benzolreihe. Stickstoffhaltige Flechtensäuren. Gefärbte Flechtensäuren von unbekannter Stellung.) 3. Physiologie und Biologie der Flechtensäuren. 4. Die Flechtensäuren als Gift- und Heilstoffe. 5. Die Flechtensäuren in technischer Beziehung. 6. Uebersicht der bisher untersuchten Schlauchflechten (Ascolichenen) nebst Angabe der in ihnen gefundenen Flechtensäuren. — Literaturübersicht. Namen- und Sachregister.

Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum. Anleitung zu pflanzenphysiologischen Versuchen für Studierende der Biologie. Von Dr. **L. Brauner,** Privatdozent an der Universität Jena. Fünfte, neubearbeitete Auflage des gleichnamigen Werkes von Prof. Dr. W. Detmer. I. Teil: Die Chemie des Pflanzenkörpers. Mit 31 Abbild. im Text. X, 112 S. gr. 8° 1929 Rmk 5.50, geb. 7.—

Inhalt: Anorganischer Teil. 1. Bestimmung des Wassergehaltes von Pflanzenorganen. 2. Bestimmung des Aschengehaltes (Anhang: Bau einer einfachen Torsionswage). 3. Einfache Elementaranalyse: a) Trockene Destillation, b) Analyse der Asche. 4. Nachweis einiger anorganischer Verbindungen im Pflanzengewebe. Organischer Teil. 1. Alkohole. 2. Säuren. 3. Kohlehydrate: Monosaccharide. Disaccharide. Polysaccharide. 4. Glukoside. 5. Alkaloide. (Anhang: Ueber Polarimetrie.) 6. Fette. 7. Suberin und Kutin. 8. Phosphatide. 9. Das Eiweiß und seine Bausteine: Proteine. Proteide. Eiweißreaktionen. Quantitative Bestimmung des Stickstoffgehaltes von Pflanzenmaterial. Aminosäuren. 10. Aetherische Oele. 11. Harze und Kautschuk. 12. Gerbstoffe. 13. Farbstoffe: Chlorophyll, Carotin, Xanthophyll, Anthocyane, Phycocyan und Phycocerythrin. Flechtenfarbstoffe. — Verzeichnis der Reagenzien. Sachverzeichnis.

Die Pflanzenstoffe. Bestandteile und Zusammensetzung der einzelnen Pflanzen und deren Produkte. Botanisch-systematisch bearbeitet von Dr. **C. Wehmer**, ord. Honorarprofessor für Botanik und Vorstand des bakteriologisch-chemischen Laboratoriums des techn.-chem. Instituts der technischen Hochschule zu Hannover. Phanerogamen. Zweite, neubearbeitete und vermehrte Auflage. Zwei Bände. Erster Band. XVI, 640 S. gr. 8° 1929 Rmk 45.—, geb. 47.50

Zweiter Band. gr. 8° 1931 *im Druck*

Zeitschrift für Botanik. Bd. 22 (1929), Heft 6: . . . Man muß dem Verfasser Dank zollen, daß er sich der mühevollen Aufgabe einer Erneuerung seiner früheren Arbeit unterzogen und so ein zeitgemäßes Nachschlagewerk geschaffen hat, das als einziges Werk seiner Art von Chemikern und Biologen jeder Richtung wohl aufgenommen werden wird. Kurt Noack.

Oesterreich. botan. Zeitschrift. Bd. 78 (1929), Heft 4: Der „Wehmer" war ein Werk für sich — in seiner Art wohl einzig dastehend und dementsprechend für jeden, der, von welcher Seite immer, mit Pflanzenstoffen zu tun hatte, als Nachschlagewerk unentbehrlich. Das spürte man besonders am Fehlen einer derartigen Zusammenstellung für die letzten 18 Jahre. Um so dankenswerter ist es, daß sich der Verfasser der ungeheuren Mühe einer Neuauflage unterzog.
G. Klein, Wien.

Mikrochemie der Pflanze. Von Dr. **Hans Molisch**, o. ö. Prof. und Direktor des pflanzenphysiologischen Instituts an der Univers. Wien. Dritte, neubearbeitete Auflage. Mit 135 Abbild. im Text. XII, 438 S. gr. 8° 1923 Rmk 8.—, geb. 10.—

Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 1922, Nr. 14: . . . Es ist kaum notwendig, darauf hinzuweisen, wie nützlich, ja unentbehrlich das Molischsche Buch ist, für den Botaniker sowohl wie für alle, die sich mit Pflanzenstoffen beschäftigen müssen, also für den Apotheker, den Nahrungsmitteluntersucher und den Chemiker. Miehe, Berlin.

Biologisches Zentralblatt. 1922, Nr. 2: . . . Tatsächlich hat es sich in zahlreichen Laboratorien bei täglicher Benutzung immer bewährt und der mikrochemischen Forschung einen noch gar nicht abzusehenden Anstoß gegeben.
E. G. Pringsheim, Dahlem.

Grundriß einer Histochemie der pflanzlichen Genußmittel. Von Dr. **Hans Molisch**, o. ö. Prof. an der Univers. Wien. Mit 15 Holzschnitten im Text. 65 S. gr. 8° 1891 Rmk 2.—

Inhalt: Einleitung. — I. Die alkaloidhaltigen Genußmittel: Kaffeebohne, Cola- oder Gurunuß, Teeblatt, Kakaobohne, Pfefferfrucht, Senfsame, Tabakblatt. — II. Die alkaloidfreien Genußmittel: Pimentfrucht, Gewürznelke, Vanillefrucht, Paprika- oder Capsicumfrucht, Safran, Zimmt.

Die Grundlagen und die Methoden für die mikroskopische Untersuchung von Pflanzenpulvern. Eine Einführung in die wissenschaftlichen Methoden der mikroskopischen Untersuchung von Gewürzen, pflanzlichen Arzneimitteln, Nahrungsmitteln, Futtermitteln, Papieren, Geweben usw. Zum Gebrauche in den Laboratorien der Hochschulen und zum Selbstunterrichte, für Nahrungsmittelchemiker, Apotheker, Techniker usw. Von Dr. **Arthur Meyer**, o. Prof. d. Botanik u. Pharmakognosie a. d. Universität Marburg. Mit 18 Textfiguren und 8 Tafeln. V, 258 S. gr. 8° 1901 Rmk 6.—

Inhalt: 1. Einführung. 2. Literatur. 3. Instrumente und Untersuchungsobjekte. 4. Reagentien. 5. Anwendung des Zeichenapparates bei der Untersuchung der Pflanzenpulver. 6. Allgemeines über die Oxalatkristalle. 7. Der Polarisationsapparat und seine Anwendung. 8. Die Stärkekörner. 9. Die Aleuronkörner. 10. Die Samen. 11. Benutzung der Siebe und Feststellung der mechanischen Qualität, des Feinheitsgrades der Pulver des Handels. 12. Die Früchte. 13. Die Getreidemehle; die Weizenfrucht und ihre Mehlprodukte. 14. Allgemeines über Futterstoffe. 15. Die quantitative mikroskopische Untersuchung von Pulvern. 16. Das Messen mit dem Okularmikrometer. 17. Die Sklerenchymfasern. 18. Die Gespinstfasern und die Gewebe. 19. Die Hölzer. 20. Das Papier und die Verbandsstoffe. 21. Die Rinden. 22. Allgemeines über die in der Praxis angewandten Achsen und Wurzeln der Monokotyledonen, Dikotyledonen. 23. Die Laubblätter. 24. Die Blüten. 25. Allgemeines über die Gewürze. 26. Die zerschnittenen und pulverisierten Arzneidrogen. 27. Der Suchtisch. — Register.

Bot
G

262054

Author Gassner, Gustav

Title Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genussmittel.

University of Toronto Library

DO NOT REMOVE THE CARD FROM THIS POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU

POSTLUDIEN-BUCHBINDEREI LEIPZIG